

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000281

International filing date: 18 February 2005 (18.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 008 853.5  
Filing date: 20 February 2004 (20.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 26 April 2005 (26.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

10 2004 008 853.5

**Anmeldetag:**

20. Februar 2004

**Anmelder/Inhaber:**

Osram Opto Semiconductors GmbH,  
93049 Regensburg/DE

**Bezeichnung:**

Optoelektronisches Bauelement, Vorrichtung mit ei-  
ner Mehrzahl optoelektronischer Bauelemente und  
Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen  
Bauelements

**IPC:**

H 01 L, H 01 S

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 15. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**Agurks**

## Beschreibung

Optoelektronisches Bauelement, Vorrichtung mit einer Mehrzahl optoelektronischer Bauelemente und Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements

Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 15 und ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 20.

Bei der Herstellung herkömmlicher optoelektronischer Bauteile dieser Art sind in der Regel eine Vielzahl von Einzelbearbeitungsschritten nötig, wie beispielsweise das Anordnen des Halbleiterfunktionsbereichs oder eines den Halbleiterfunktionsbereich umfassenden Halbleiterchips in einem schützenden Gehäuse, das Kontaktieren des Halbleiterchips mit externen Anschlüssen über Bonddrähte oder das Umspritzen des Halbleiterchips mit einer schützenden Umhüllung.

Die Halbleiterfunktionsbereiche können beispielsweise im Waferverbund, der eine auf einer Trägerschicht angeordnete Halbleiterschichtenfolge umfasst, aus der Halbleiterschichtenfolge ausgebildet werden. Danach wird der Waferverbund gewöhnlich in Halbleiterchips vereinzelt, die in Einzelbearbeitungsschritten zu optoelektronischen Bauelementen weiterverarbeitet werden können.

Weiterhin wird bei herkömmlichen Bauelementen die Ausbildung sehr flacher Strukturen oftmals durch die Kontaktierung erschwert. Zur Kontaktierung mindestens eines elektrischen Anschlusses kann beispielsweise ein Bonddraht verwendet werden. Der Bogen des Bonddrahts zum externen Anschluss ist oftmals relativ hoch und kann die Höhe eines optoelektronischen Bauelements bestimmen. Der hohe Bonddraht erschwert die Ausbildung sehr flacher oder dünner

Bauelemente. Auch ein getrennt vom Halbleiterfunktionsbereich ausgebildetes Gehäuse, dessen räumliche Ausmaße oftmals wesentlich größer als die des Halbleiterfunktionsbereichs sind, kann die Ausbildung kleiner optoelektronischer Bauelemente erschweren.

Zudem erhöhen viele Einzelbearbeitungsschritte die Produktionskosten.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein optoelektronisches Bauelement und eine Vorrichtung mit einer Mehrzahl optoelektronischer Bauelemente, die vereinfacht und kostengünstig herstellbar sind, sowie ein vereinfachtes Herstellungsverfahren für optoelektronische Bauelemente anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein optoelektronisches Bauelement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 15, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements mit den Merkmalen des Patentanspruchs 20 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Ein erfindungsgemäßes optoelektronisches Bauelement umfasst einen Halbleiterfunktionsbereich mit einer aktiven Zone und einer lateralen Haupterstreckungsrichtung, wobei der Halbleiterfunktionsbereich zumindest einen Durchbruch durch die aktive Zone umfasst, im Bereich des Durchbruchs ein Verbindungsleitermaterial angeordnet ist, das von der aktiven Zone zumindest in einem Teilbereich des Durchbruchs elektrisch isoliert ist.

Vorzugsweise ist dem Halbleiterfunktionsbereich eine Schicht aus einer Formmasse nachgeordnet, die freitragend beziehungsweise mechanisch tragfähig ausgebildet sein kann. Diese Formmassenschicht kann weitergehend in Form einer

Umhüllung, eines Verkapselungselements beziehungsweise einer Stabilisationsschicht ausgebildet sein, wie im folgenden noch genauer erläutert wird.

Ein derartiges Bauelement kann mit Vorteil im Waferverbund hergestellt werden. Die Anzahl vergleichsweise kostenintensiver und/oder aufwendiger Einzelbearbeitungsschritte kann bei einem erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelement mit Vorteil reduziert werden.

Als Waferverbund wird im Rahmen der Erfindung eine während der Herstellung des optoelektronischen Bauelements auf einer Trägerschicht angeordnete Halbleiterschichtenfolge angesehen. Die Halbleiterfunktionsbereiche werden während der Herstellung des Bauelements zumindest teilweise aus Bereichen der Halbleiterschichtenfolge gebildet. Die Trägerschicht kann beispielsweise durch ein Aufwachssubstrat, auf dem die Halbleiterschichtenfolge beispielsweise epitaktisch hergestellt wurde, gebildet werden oder ein solches umfassen.

Es sei angemerkt, dass als Durchbruch im Rahmen der Erfindung auch ein während der Herstellung des optoelektronischen Bauelements im Waferverbund in der Halbleiterschichtenfolge erzeugter Durchbruch durch die aktive Zone angesehen werden kann.

Insbesondere die Kontaktstruktur, die zur elektrischen Kontaktierung des optoelektronischen Bauelements dient, kann zumindest teilweise bereits im Waferverbund hergestellt werden. Die Kontaktierung des optoelektronischen Bauelements erfolgt mit Vorzug zumindest teilweise über das Verbindungsleitermaterial, das bereits im Waferverbund im Bereich des Durchbruchs durch die aktive Zone angeordnet werden kann. Das Verbindungsleitermaterial kann beispielsweise ein Metall, wie Au, Al, Ti, Pt, Sn oder eine Legierung mit mindestens einem dieser Materialien enthalten.

Das Verbindungsleitermaterial ist bevorzugt zumindest in Teilbereichen des Durchbruchs durch ein Isolationsmaterial elektrisch von der aktiven Zone isoliert. Das Isolationsmaterial ist vorzugsweise im Bereich des Durchbruchs direkt an der aktiven Zone angeordnet und enthält beispielsweise SiN.

In einer bevorzugten Ausgestaltung weist der Halbleiterfunktionsbereich bevorzugt in seiner lateralen Haupterstreckungsrichtung zumindest eine Vertiefung in lateraler Richtung auf, die besonders bevorzugt den Durchbruch durch die aktive Zone zumindest teilweise umfasst oder in derer Bereich der Durchbruch zumindest teilweise angeordnet sein kann.

Das Isolationsmaterial kleidet die Vertiefung vorzugsweise derart aus, dass die aktive Zone durch das in der Vertiefung angeordnete Isolationsmaterial elektrisch von dem zumindest teilweise in der Vertiefung angeordneten Verbindungsleitermaterial isoliert ist. Die Gefahr eines Kurzschlusses der aktiven Zone durch das Verbindungsleitermaterial kann so weiter verringert werden.

Die Vertiefung kann beispielsweise in Form einer Ausnehmung des Halbleiterfunktionsbereichs ausgebildet sein, die den Durchbruch durch die aktive Zone zumindest teilweise umfassen oder bilden kann.

Die Vertiefung erstreckt sich bevorzugt im wesentlichen senkrecht zur lateralen Haupterstreckungsrichtung des Halbleiterfunktionsbereichs in vertikaler Richtung durch den gesamten Halbleiterfunktionsbereich. Beispielsweise ist die Vertiefung als Aussparung im Halbleiterfunktionsbereich vorgesehen.

Besonders bevorzugt ist zumindest annähernd die gesamte Wand oder Wandfläche der Vertiefung mit dem Isolationsmaterial

ausgekleidet, so daß die Gefahr eines Kurzschlusses des Halbleiterfunktionsbereichs weitergehend verringert wird.

Weiterhin ist vorzugsweise wenigstens über annähernd den gesamten vertikalen Verlauf des Halbleiterfunktionsbereichs das Verbindungsleitermaterial angeordnet, was die Ausbildung der Kontaktstruktur bei der Herstellung eines derartigen optoelektronischen Bauelements im Waferverbund vorteilhaft erleichtern kann.

Ein Verbindungsleitermaterial, das sich in vertikaler Richtung entlang des gesamten Halbleiterfunktionsbereichs erstreckt, ermöglicht in Verbindung mit einem entsprechend ausgebildeten Isolationsmaterial eine elektrische Kontaktierung des optoelektronischen Bauelements beziehungsweise dessen Halbleiterfunktionsbereichs in vertikaler Richtung durch den Bereich der aktiven Zone, ohne dass die Gefahr von Kurzschlüssen erhöht ist. Mit Vorteil kann dieser Teil der Kontaktstruktur des optoelektronischen Bauelements im Waferverbund hergestellt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des optoelektronischen Bauelements weist der Halbleiterfunktionsbereich eine erste Hauptfläche und eine der ersten Hauptfläche von der aktiven Zone aus gesehen gegenüberliegende zweite Hauptfläche auf, wobei der Halbleiterfunktionsbereich seitens der ersten Hauptfläche mit dem Verbindungsleitermaterial vorzugsweise elektrisch leitend verbunden ist.

Dies kann beispielsweise über einen ersten Kontakt erreicht werden, der mit dem Halbleiterfunktionsbereich und mit dem Verbindungsleitermaterial seitens der ersten Hauptfläche des Halbleiterfunktionsbereichs leitend verbunden ist. Ein derartiger erster Kontakt, beispielsweise ein Metall, wie Au, Al, Pt, Ti, Sn oder eine Legierung mit mindestens einem

dieser Materialien enthaltend, kann ebenfalls mit Vorteil im Waferverbund hergestellt werden.

Eine leitende Verbindung zwischen dem Verbindungsleitematerial, das sich im Bereich des Durchbruchs, in der Vertiefung oder am Randbereich des Halbleiterfunktionsbereichs entlang in vertikaler Richtung durch den Halbleiterfunktionsbereich, erstrecken kann, und dem ersten Kontakt auf der ersten Hauptfläche des Halbleiterfunktionsbereichs ermöglicht eine elektrische Anschließbarkeit der ersten Hauptfläche des Halbleiterfunktionsbereichs seitens der zweiten Hauptfläche.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist das Verbindungsleitematerial seitens der zweiten Hauptfläche des Halbleiterfunktionsbereichs elektrisch von dem Halbleiterfunktionsbereich isoliert. Die Gefahr von Kurzschlüssen kann so weitergehend verringert werden.

Bevorzugt ist seitens der zweiten Hauptfläche ein zweiter Kontakt, beispielsweise ein Metall, wie Au, Al, Ti, Pt, Sn oder eine Legierung mit mindestens einem dieser Materialien enthaltend, angeordnet, der mit dem Halbleiterfunktionsbereich seitens der zweiten Hauptfläche leitend verbunden ist. Das optoelektronische Bauelement kann über den ersten und den zweiten Kontakt elektrisch angeschlossen werden.

Eine leitende Verbindung zwischen dem ersten Kontakt und dem Verbindungsleitematerial, das sich von der ersten zur zweiten Hauptfläche erstrecken kann, bildet zusammen mit dem zweiten Kontakt eine Kontaktstruktur, die eine Kontaktierung des optoelektronischen Bauelements von der zweiten Hauptfläche her erlaubt. Das optoelektronische Bauelement kann somit oberflächenmontierbar ausgebildet sein.



Auf Bonddrähte kann bei der Kontaktierung eines derartigen Bauelements mit Vorteil verzichtet werden, wodurch die Höhe des Bauelements vorteilhaft reduziert und die Ausbildung kleiner Bauelemente erleichtert wird. Weiterhin kann eine derartige Kontaktstruktur mit Vorteil im Waferverbund ausgebildet werden.

Es sei angemerkt, dass die Anzahl der Kontakte selbstverständlich nicht auf zwei beschränkt ist, sondern auch eine Mehrzahl von Kontakten oder Kontaktpaaren vorgesehen sein kann.

Das optoelektronische Bauelement beziehungsweise der Halbleiterfunktionsbereich mit der aktiven Zone kann entsprechend einem strahlungsemittierenden Bauelement oder strahlungsempfangenden Bauelement ausgebildet sein. Der Halbleiterfunktionsbereich kann beispielsweise entsprechend einem LED-Chip, einem Laserdiodenchip mit lateraler oder vertikaler Emissionsrichtung oder einem Photodiodenchip ausgebildet sein. Der erste und der zweite Kontakt sind vorzugsweise gemäß den beiden Polen einer Dioden-Kontaktierung ausgebildet.

Der Halbleiterfunktionsbereich oder die aktive Zone enthalten vorzugsweise ein III-V-Halbleitermaterial, wie  $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{P}$ ,  $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$  oder  $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{As}$ , jeweils mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  und  $x+y \leq 1$ .

Das Materialsystem  $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$  zum Beispiel ist für Strahlung im ultravioletten bis grünen Spektralbereich besonders geeignet, während  $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{P}$  beispielsweise für Strahlung im grüngelben bis infraroten Spektralbereich besonders geeignet ist.

Da die aktive Zone im Bereich des Durchbruchs keine Strahlung erzeugen oder empfangen kann, weist dieser Durchbruch im fertigen Bauelement bevorzugt in lateraler Richtung derart

geringe Ausmaße auf, dass die Fläche der aktiven Zone, die zur Strahlungserzeugung oder zum Strahlungsempfang zur Verfügung steht möglichst groß ist. Dies kann durch die geeignete Ausbildung der Vertiefung und/oder geeignete Führung des Verbindungsleitermaterials im Bereich des Durchbruchs am Rand des Halbleiterfunktionsbereichs erreicht werden.

Der Durchbruch und/oder die Vertiefung im Halbleiterfunktionsbereich ist in lateraler Richtung bevorzugt so dimensioniert, dass das Verbindungsleitermaterial beziehungsweise ein das Verbindungsleitermaterial umfassende Verbindungsleiter eine Leitfähigkeit aufweist, die der jeweiligen Ausbildung des Halbleiterfunktionsbereichs angepasst ist. Bauelemente mit hohen Leistungen bedingen oftmals höhere Leitfähigkeiten als Bauelemente mit vergleichsweise geringen Leistungen. Geeignete laterale Abmessungen der Vertiefung beziehungsweise des Verbindungsleitermaterials können somit beispielsweise vom Nanometer- bis in den Mikrometerbereich reichen , beispielsweise von 100 nm bis 50  $\mu\text{m}$  oder 100  $\mu\text{m}$ .

Eine ausreichend hohe Leitfähigkeit kann auch über eine Mehrzahl von Vertiefungen mit in den Vertiefungen angeordnetem Verbindungsleitermaterial oder einer entsprechend abgestimmten Kombination der Dimensionierung und der Anzahl der Vertiefungen erreicht werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist das optoelektronische Bauelement ein dem Halbleiterfunktionsbereich nachgeordnetes Fenster auf, das für die von der aktiven Zone zu empfangende oder zu emittierende Strahlung vorzugsweise durchlässig ist und/oder im Strahlengang dieser Strahlung liegt. Das Fenster kann der Strahlungseinkopplung in oder -auskopplung aus dem optoelektronischen Bauelement dienen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung weist das optoelektronische Bauelement eine Umhüllung auf, die den Halbleiterfunktionsbereich bevorzugt zumindest teilweise umformt oder umhüllt. Die Umhüllung kann Teil des Fensters sein und schützt den Halbleiterfunktionsbereich mit Vorteil vor schädlichen äußeren Einflüssen, wie etwa Feuchtigkeit.

Bevorzugt ist die Umhüllung strahlungsdurchlässig für eine von der aktiven Zone zu erzeugende oder empfangende Strahlung ausgebildet. Mit Vorteil wird so die Gefahr einer verminderten Effizienz des optoelektronischen Bauelements durch ungewollte Absorption von Strahlung in der Umhüllung verringert.

In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung ist der Halbleiterfunktionsbereich, insbesondere die aktive Zone, von einer Verkapselung umgeben, die bevorzugt - zumindest bei Inbetriebnahme und im Betrieb des Bauelements - im wesentlichen hermetisch dicht gegenüber schädlichen äußeren Einflüssen, wie Feuchtigkeit, ist. Die Verkapselung, die die Umhüllung und weitere Verkapselungselemente umfassen kann, umgibt den Halbleiterfunktionsbereich beziehungsweise die aktive Zone bevorzugt vollständig und erhöht vorteilhaft den Schutz des Halbleiterfunktionsbereichs beziehungsweise der aktiven Zone gegenüber schädlichen äußeren Einflüssen.

Die Verkapselung ist weiterhin bevorzugt so ausgebildet, dass die Kontakte des optoelektronischen Bauelements , vorzugsweise durch die Verkapselung, anschließbar sind. Externe Anschlüsse oder externe Anschlussmittel können somit Teil der Verkapselung sein.

Die Verkapselung beziehungsweise die Verkapselungselemente sind bevorzugt zumindest teilweise so ausgebildet, dass der Grenzbereich zwischen der Verkapselung und der aktiven Zone, insbesondere im Strahlengang der zu erzeugenden oder zu empfangenden Strahlung im wesentlichen frei von Kavitäten

oder Hohlräumen ist. Die Gefahr von durch Brechungsindexsprüngen bedingten Reflexionsverlusten an Grenzflächen bei der Strahlungsaus- oder -einkopplung in das Bauelement kann so verringert werden.

Mit Vorteil können an der Verkapselung beteiligte Elemente, wie beispielsweise die Umhüllung und/oder das Fenster, auch bereits im Waferverbund vorgesehen werden. Mit besonderem Vorteil kann die gesamte Verkapselung im Waferverbund hergestellt werden.

Die Verkapselung ist weiterhin mit Vorteil mechanisch derart stabil, dass auf ein zusätzliches schützendes Gehäuse verzichtet werden kann, und die Ausbildung sehr kleiner optoelektronischer Bauelemente mit schützender, vorzugsweise allseitiger, Verkapselung des Halbleiterfunktionsbereichs erleichtert werden kann.

Die Verkapselung beziehungsweise die Elemente der Verkapselung, wie etwa die Umhüllung, sind bevorzugt zumindest teilweise so ausgebildet, dass sie zumindest kurzzeitig gegenüber hohen Temperaturen, etwa über 200 °C, wie sie beim Löten der Anschlüsse des Bauelements auftreten stabil sind, so dass die Gefahr einer Schädigung des Halbleiterfunktionsbereichs nach dem Löten nicht erhöht wird.

Ferner ist das Material der Umhüllung bevorzugt gegenüber der von der aktiven Zone zu erzeugenden oder auf diese einfallenden Strahlung beständig. Die Gefahr effizienzmindernder Verfärbungen oder Aufweichungen der Umhüllung kann so verringert werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist in, an oder auf dem Fenster oder der Umhüllung zumindest ein Absorptionsstoff oder Leuchtstoff vorgesehen.

Absorptionsstoffe können beispielsweise in einem als strahlungsempfangendes Bauelements ausgebildeten Bauelement vorgesehen sein, um als Filterstoff die Empfindlichkeit des Bauelements durch Absorption von Wellenlängen aus einer auf den Halbleiterfunktionsbereich einfallenden Strahlung zu beeinflussen. Mit Vorteil kann so beispielsweise die Empfindlichkeit eines als Detektor ausgebildeten Bauelements eingestellt werden.

Bei einem als Emitter ausgebildeten optoelektronischen Bauelement kann der Leuchtstoff vorzugsweise von der aktiven Zone erzeugte Strahlung einer Wellenlänge  $\lambda_1$  absorbieren und als Strahlung einer Wellenlänge  $\lambda_2$  reemittieren. Die Wellenlänge  $\lambda_2$  bevorzugt größer als die Wellenlänge  $\lambda_1$ . Ein derartiges optoelektronisches Bauelement kann mischfarbiges Licht, insbesondere weißes Licht, erzeugen, an dessen Farbe eine Mischung der Wellenlängen  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  beteiligt ist. Ein derartiger Leuchtstoff konvertiert somit zumindest teilweise die Strahlung der Wellenlänge  $\lambda_1$  in Strahlung der Wellenlänge  $\lambda_2$  und wird deshalb oft auch als Konversionsstoff bezeichnet.

Der Konversionsstoff kann beispielsweise Phosphorstoffe und/oder andere geeignete Stoffe umfassen.

Der Konversionsstoff ist bevorzugt möglichst nahe an der aktiven Zone angeordnet, um die Effizienz der Konversion zu erhöhen, da die Intensität der von der aktiven Zone erzeugten Strahlung mit wachsendem Abstand von der aktiven Zone quadratisch abnimmt. Eine Konversion der Strahlung nahe an der aktiven Zone in eine energieärmere Strahlung einer größeren Wellenlänge, kann sich auch schützend auf ein den Konversionsstoff umgebendes oder dem Konversionsstoff nachgeordnetes Element, wie beispielsweise die Umhüllung auswirken. Mit Vorteil kann die Gefahr von strahlungsbedingten Verfärbungen des Umhüllungsmaterials durch Konversion in der Nähe der aktiven Zone reduziert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist dem Halbleiterfunktionsbereich ein optisches Element nachgeordnet, das die Effizienz des Bauelements vorteilhaft beeinflusst. Dieses optische Element kann beispielsweise als Antireflexionsschicht oder Linse ausgeführt sein.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist dieses optische Element in der Umhüllung oder dem Fenster ausgebildet, oder mit dieser oder diesem direkt in Kontakt.

Das optische Element kann beispielsweise in das Umhüllungs- oder das Fenstermaterial einstrukturiert, etwa eingestempelt oder eingeätzt werden.

Weiterhin kann das optische Element auch auf das Umhüllungsmaterial oder den Halbleiterfunktionsbereich aufgeklebt, aufgedampft, aufgedampft oder aufgesputtert werden. Mit Vorteil kann ein derartiges optisches Element bereits im Waferverbund vorgesehen werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des optoelektronischen Bauelements ist der Halbleiterfunktionsbereich auf einem Träger angeordnet. Der Träger kann hierbei durch beispielsweise ein Teilstück des Aufwachssubstrats der Halbleiterschichtenfolge, aus der der Halbleiterfunktionsbereich bei der Herstellung des Bauelements hervorgeht, oder ein Teilstück einer anderweitigen Trägerschicht sein, auf der die Halbleiterschichtenfolge während der Prozessierung oder der Herstellung, beispielsweise in einem Waferbondingverfahren angeordnet wird.

Besonders bevorzugt erstreckt sich das Verbindungsleitermaterial zumindest bis zu der dem Halbleiterfunktionsbereich gegenüberliegenden Seite des Trägers. Hierdurch kann die Anschließbarkeit des

optoelektronischen Bauelements von der dem Halbleiterfunktionsbereich gegenüberliegenden Seite des Trägers ermöglicht werden. Ist das Verbindungsleitermaterial zumindest teilweise in der Vertiefung angeordnet, so erstreckt sich die Vertiefung bevorzugt bis zur dem Halbleiterfunktionsbereich gegenüberliegenden Seite des Trägers. Ist der Träger an der elektrischen Kontaktierung des Halbleiterelements beteiligt, so ist dieser bevorzugt elektrisch leitend ausgebildet. Beispielsweise enthält der Träger ein geeignetes Halbleitermaterial, das zur Erhöhung seiner Leitfähigkeit dotiert sein kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des optoelektronischen Bauelements ist dem Halbleiterfunktionsbereich eine Spiegelschicht nachgeordnet. Eine derartige Spiegelschicht kann beispielsweise als Bragg-Spiegel im Halbleiterfunktionsbereich oder als metallische Spiegelschicht, beispielsweise Au, Al, Ag, Pt, Ge oder Legierungen mit mindestens einem dieser Metalle enthaltend, ausgebildet sein. Besonders bevorzugt ist die Spiegelschicht zwischen dem Träger und der aktiven Zone angeordnet. Die Spiegelschicht ist vorzugsweise bezüglich einer von der aktiven Zone zu empfangenden oder zu erzeugenden Strahlung reflektierend ausgebildet. Mit Vorteil verbessert die Spiegelschicht die Effizienz des optoelektronischen Bauelements, beispielsweise durch Verminderung der Absorption von Strahlung in dem eventuell absorbierenden Träger oder Verbesserung der Abstrahl- oder Empfangscharakteristik des optoelektronischen Bauelements. Die Spiegelschicht kann mit besonderem Vorteil bereits im Waferverbund, beispielsweise durch Aufwachsen, Aufputtern oder Aufdampfen, auf die Halbleiterschichtenfolge hergestellt werden.

Oftmals wird während der Herstellung eines optoelektronischen Bauelements mit metallischem Spiegel das Aufwachssubstrat der Halbleiterschichtenfolge abgelöst, weshalb derartige Bauelemente auch als Dünnfilm-Bauelemente bezeichnet werden.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Verkapselung beziehungsweise die Teile der Verkapselung so ausgebildet, dass der Halbleiterfunktionsbereich mechanisch stabilisiert wird. Mit Vorteil kann aufgrund dieser stabilisierenden Wirkung auf einen Träger verzichtet werden, was die Ausbildung sehr dünner optoelektronischer Bauelemente erleichtert.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Mehrzahl von optoelektronischen Bauelementen weist eine Mehrzahl optoelektronischer Bauelemente der oben genannten Art auf, wobei die Mehrzahl von Halbleiterfunktionsbereichen zumindest teilweise in lateraler Richtung nebeneinander angeordnet sind. Mit Vorteil entspricht die laterale Nebeneinanderanordnung der Anordnung der Halbleiterfunktionsbereiche in einer entsprechend strukturierten Halbleiterschichtenfolge auf einer Trägerschicht im Waferverbund. Die Vorrichtung kann mit Vorteil im Waferverbund realisiert werden.

Eine entsprechende Umhüllung, die die Mehrzahl von Halbleiterfunktionsbereichen zumindest teilweise umhüllt oder umformt, ist vorzugsweise einstückig ausgebildet. Mit Vorteil kann die Umhüllung ebenfalls im Waferverbund vorgesehen werden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Vorrichtung wird die Mehrzahl von Halbleiterfunktionsbereichen von einer Stabilisationsschicht mechanisch stabilisiert. Vorzugsweise werden die Halbleiterfunktionsbereiche in einer Anordnung stabilisiert, die für die Vorrichtung charakteristisch ist. Besonders bevorzugt entspricht diese Anordnung der Mehrzahl von Halbleiterfunktionsbereichen in der Vorrichtung und/oder die Stabilisationsschicht kann bereits im Waferverbund vorgesehen werden. In einer vorteilhaften Weiterbildung der Vorrichtung umfaßt die Stabilisationsschicht die Umhüllung



oder das Fenster, und/oder ist die Stabilisationsschicht im wesentlichen identisch mit der Umhüllung, so daß die Umhüllung gleichzeitig schützende Wirkung bezüglich der Halbleiterfunktionsbereiche und stabilisierende Wirkung haben kann. Die Umhüllung kann als Stabilisationsschicht ausgebildet oder Teil der Stabilisationsschicht sein.

In einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements wird zunächst ein Waferverbund mit einer auf einer Trägerschicht angeordneten Halbleiterschichtenfolge, die eine aktive Zone und eine laterale Haupterstreckungsrichtung aufweist, bereitgestellt. Nachfolgend wird die Halbleiterschichtenfolge derart strukturiert, daß zumindest ein Durchbruch durch die aktive Zone entsteht, wonach ein Verbindungsleitermaterial im Bereich des Durchbruchs derart angeordnet wird, daß die aktive Zone zumindest in Teilbereichen elektrisch vom Verbindungsleitermaterial isoliert ist. Nachfolgend wird in optoelektronische Bauelemente vereinzelt, deren elektrische Kontaktierung zumindest teilweise über das Verbindungsleitermaterial erfolgt.

Ein derartiges Verfahren hat den Vorteil, daß optoelektronische Bauelemente, insbesondere deren Kontaktstruktur, zumindest teilweise im Waferverbund hergestellt werden können. Dadurch, daß die aktive Zone elektrisch vom Verbindungsleitermaterial isoliert ist, beispielsweise durch geeignete Anordnung des Verbindungsleitermaterials relativ zur aktiven Zone, wie etwa in einem Abstand zur aktiven Zone, kann die Gefahr von Kurzschlüssen der aktiven Zone über das Verbindungsleitermaterial verringert werden.

Die Trägerschicht kann das Aufwachssubstrat der Halbleiterschichtenfolge umfassen, auf dem die Halbleiterschichtenfolge vorzugsweise epitaktisch hergestellt wurde.

Bevorzugt ist die aktive Zone über ein Isolationsmaterial von dem Verbindungsleitermaterial elektrisch isoliert. Das Isolationsmaterial, beispielsweise SiN enthaltend, ist bevorzugt zumindest teilweise im Bereich des Durchbruchs angeordnet und besonders bevorzugt direkt an der aktiven Zone angeordnet. Die Gefahr eines Kurzschlusses der aktiven Zone wird so weiter verringert.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens weist die Halbleiterschichtenfolge in lateraler Richtung zumindest eine Vertiefung auf, die vorzugsweise den Durchbruch durch die aktive Zone umfaßt. Besonders bevorzugt ist die Wand der Vertiefung zumindest teilweise mit dem Isolationsmaterial ausgekleidet. Das Verbindungsleitermaterial ist bevorzugt zumindest teilweise in der Vertiefung angeordnet. Die Vertiefung kann somit die Kontaktstruktur des optoelektronischen Bauelements bestimmen. Mit Vorteil kann die Kontaktstruktur bereits zumindest teilweise im Waferverbund ausgebildet werden.

Weiterhin erstreckt sich die Vertiefung bevorzugt in vertikaler Richtung senkrecht zur lateralen Hauptstreckungsrichtung der Halbleiterschichtenfolge bis in die Trägerschicht. Besonders bevorzugt erstreckt sich die Vertiefung durch die komplette Trägerschicht. Die Vertiefung kann somit Teil einer Aussparung der Halbleiterschichtenfolge und/oder des Trägers sein.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird die Halbleiterschichtenfolge derart strukturiert, daß eine Mehrzahl von durch Zwischenräume in lateraler Richtung räumlich voneinander getrennten Halbleiterfunktionsbereichen entsteht.

Besonders bevorzugt kann diese Strukturierung der Halbleiterschichtenfolge in einem Verfahrensschritt mit der

Ausbildung des Durchbruchs erfolgen. Weiterhin kann der Durchbruch ebenso wie das Verbindungsleitermaterial und/oder das Isolationsmaterial im Bereich der Zwischenräume zwischen den Halbleiterfunktionsbereichen angeordnet sein.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird der Halbleiterschichtenfolge auf der der Trägerschicht abgewandten Seite eine Stabilisationsschicht nachgeordnet. Dies kann vor oder nach der Strukturierung der Halbleiterfunktionsbereiche aus der Halbleiterschichtenfolge geschehen.

Die Stabilisationsschicht ist bevorzugt so geartet, daß sie freitragend ist, und dadurch die Halbleiterschichtenfolge und/oder die Halbleiterfunktionsbereiche mechanisch stabilisiert.

Eine derartige Stabilisationsschicht kann mit Vorteil den Waferverbund derart mechanisch stabilisieren, daß auf die Trägerschicht verzichtet oder deren Dicke zumindest teilweise reduziert werden kann. Dies ermöglicht die Herstellung sehr dünner optoelektronischer Bauelemente, deren Halbleiterfunktionsbereich im Extremfalle im wesentlichen nur die aktive Zone umfasst.

Weiterhin kann über die eventuell mehrfache Verwendung in Kombination mit eventuellem Entfernen dieser Stabilisationsschicht eine vielseitige, vorzugsweise allseitige, Strukturierbarkeit einer Halbleiterschichtenfolge auf einer Trägerschicht erreicht werden.

Besonders bevorzugt ist die Stabilisationsschicht strukturierbar, beispielsweise photostrukturierbar ausgebildet, was die weitere Prozessierung erleichtern kann.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens umhüllt oder umformt die Stabilisationsschicht die

Halbleiterfunktionsbereiche zumindest teilweise. Dadurch kann ein vorteilhafter Schutz der Halbleiterfunktionsbereiche, besonders in deren Randbereichen, gegenüber schädlichen äußeren Einflüssen schon während der Herstellung des optoelektronischen Bauelements erreicht werden.

Weiterhin ist die Stabilisationsschicht bevorzugt für eine von der aktiven Zone zu erzeugende oder zu empfangende Strahlung durchlässig. Dadurch kann die Stabilisationsschicht auch Teil einer späteren Umhüllung oder Verkapselung des optoelektronischen Bauelements sein, ohne daß die Effizienz dieses Bauelements durch Absorption der einfallenden oder emittierten Strahlung im Material der Stabilisationsschicht nachteilig verringert wird.

Die Stabilisationsschicht kann der Halbleiterschichtenfolge oder den Halbleiterfunktionsbereichen auf verschiedene Weisen nachgeordnet werden. Beispielsweise kann die Stabilisationsschicht durch Aufdampfen, wie etwa durch CVD oder PVD Prozesse, oder Spincoating vorgesehen werden. Für Spincoating geeignete Materialien ist beispielsweise BCB (BenzoCycloButene) oder ein Spin-on-Oxid, für Aufdampfen, beispielsweise im CVD Verfahren geeignete Materialien beispielsweise Gläser.

Weiterhin kann die Stabilisationsschicht auch auf die Halbleiterschichtenfolge oder die Halbleiterfunktionsbereiche aufgebondet werden, beispielsweise über ein Waferbondingverfahren oder anodisches Bonden

Die Stabilisationsschicht kann der Halbleiterschichtenfolge oder den Halbleiterfunktionsbereichen auch über eine Haftvermittlungsschicht nachgeordnet werden, wobei die Haftvermittlungsschicht vorzugsweise zwischen den Halbleiterfunktionsbereichen und der Stabilisationsschicht angeordnet ist und/oder die Halbleiterschichtenfolge beziehungsweise die Halbleiterfunktionsbereiche vorzugsweise

mechanisch stabil mit der Stabilisationsschicht verbindet. Die Stabilisationsschicht kann beispielsweise eine Glasplatte umfassen.

Die Haftvermittlungsschicht kann die Halbleiterfunktionsbereiche umformen und Teil einer späteren Umhüllung und/oder Verkapselung des optoelektronischen Bauelements sein. Als Haftvermittlungsmaterial kann beispielsweise ein Silikon oder BCB verwendet werden, die sich abgesehen von einer stark haftvermittelnden Wirkung durch hohe UV-Stabilität gegenüber ultravioletter Strahlung und Beständigkeit gegenüber hohen Temperaturen auszeichnen können.

Durch die Stabilisationsschicht werden die Halbleiterschichtenfolge bzw. deren Halbleiterfunktionsbereiche vorzugsweise derart mechanisch stabilisiert, daß die Trägerschicht vorzugsweise auf ihrer der Stabilisationsschicht abgewandten Seite strukturiert werden kann. Die Strukturierung kann beispielsweise über Maskierungs- und Ätzprozessen oder mechanische Methoden, wie Abschleifen oder Sägen, erfolgen.

Bei dieser Strukturierung entstehen bevorzugt Trägerschichtbereiche, die in den optoelektronischen Bauelementen die Träger der Halbleiterfunktionsbereiche bilden können. Dazu wird die Trägerschicht besonders bevorzugt entsprechend der Struktur der Halbleiterfunktionsbereiche strukturiert. Die Stabilität des Verbundes aus Stabilisationsschicht, Halbleiterfunktionsbereich und eventuell den strukturierten Trägerschichtbereichen wird vorteilhaft durch die Stabilisationsschicht gewährleistet.

Im oben beschriebenen Verfahren können beispielsweise Bauelemente mit einer Kantenlänge der Halbleiterfunktionsbereiche von 10  $\mu\text{m}$  bis beispielsweise im

100- $\mu$ m-Bereich hergestellt werden. Nach unten ist die Kantenlänge oder Dimension der Halbleiterfunktionsbereiche im Prinzip nur durch die Auflösung der im Herstellungsverfahren verwendeten Strukturierungsmethoden, insbesondere für die Strukturierung des Halbleiterschichtenfolge, des Durchbruchs oder der Vertiefung, begrenzt.

Es können beispielsweise photolithographische Methoden mit Maskierungen, naß- oder trockenchemischem Ätzen, Laserstrukturierungsmethoden oder mechanische Strukturierungsmethoden, wie Sägen, angewandt werden.

Mit besonderem Vorteil kann das komplette Verfahren im Waferverbund durchgeführt werden, so daß kostenintensive Einzelbearbeitungsschritte vermieden werden können. , Derartig hergestellte optoelektronische Bauelemente können beispielsweise über „Pick and Place“ Verfahren entsprechend auf Leiterplatten oder in Gehäusen positioniert und angeschlossen werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens weist das optoelektronische Bauelement eine Verkapselung auf, die den Halbleiterfunktionsbereich, insbesondere die aktive Zone, im wesentlichen hermetisch dicht umgibt. Mit Vorteil umfaßt die Verkapselung eine Umhüllung des Halbleiterfunktionsbereichs und mindestens ein weiteres Verkapselungselement. Das Verkapselungselement kann mit Vorteil im Waferverbund vorgesehen werden und umhüllt oder umformt den Halbleiterfunktionsbereich vorzugsweise von der der Umhüllung oder der Stabilisationsschicht gegenüberliegenden Seite her.

Mit Vorteil kann durch die Verkapselung auf ein zusätzliches Gehäuse verzichtet werden.

Die Umhüllung kann beispielsweise bei Vereinzeln aus der Stabilisationsschicht hervorgehen und/oder einen Teil der

Haftvermittlungsschicht umfassen, die die Halbleiterfunktionsbereiche zumindest teilweise umformen oder umhüllen können.

Entsprechend diesem Verfahren werden bevorzugt die weiter oben und im folgenden näher beschriebenen Bauelemente oder Vorrichtungen hergestellt, so dass sich die hier und im folgenden im Verfahren genannten Merkmale auch für ein Bauelement oder eine Vorrichtung herangezogen werden können und umgekehrt.

Weitere Vorteile, Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung der folgenden Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Figuren.

Es zeigen

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements anhand einer schematischen Schnittansicht,

Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements anhand einer schematischen Schnittansicht,

Figur 3 ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements anhand einer schematischen Schnittansicht,

Figur 4 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements anhand von in den anhand verschiedener Ansichten in den Figuren 4a bis 4i schematisch dargestellten Zwischenschritten und

Figur 5 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Mehrzahl optoelektronischer Bauelemente

Gleichartige und gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements anhand einer schematischen Schnittansicht dargestellt.

Das optoelektronische Bauelement 1 umfaßt einen Halbleiterfunktionsbereich 2, der auf einem Träger 3 angeordnet ist. Der Halbleiterfunktionsbereich umfaßt eine zur Strahlungserzeugung oder zum Strahlungsempfang vorgesehene aktive Zone.

Der Halbleiterfunktionsbereich 2 umfaßt beispielsweise eine Mehrzahl von Halbleiterschichten, die beispielsweise auf GaN oder GaP basieren. Basiert der Halbleiterfunktionsbereich auf GaP, so ist das optoelektronische Bauelement vorzugsweise für Strahlung im infraroten bis gelbgrünen Spektralbereich vorgesehen und bei einem auf GaN basierendem Halbleiterfunktionsbereich für Strahlung im ultravioletten bis grünen Spektralbereich. Der Träger 3 ist bevorzugt aus einem geeigneten Aufwachssubstrat für die im Halbleiterfunktionsbereich angeordneten Halbleiterschichten gebildet. Der Halbleiterfunktionsbereich ist von einer Umhüllung 4 umgeben, die vorzugsweise strahlungsdurchlässig ausgebildet ist und beispielsweise Silikon, BCB, Siloxane, ein Glas oder ein Spin-on-Oxid enthält. Dem Halbleiterfunktionsbereich ist von dem Träger 3 aus eine Stromaufweitungsschicht 5 nachgeordnet. Die Stromaufweitungsschicht hat vorzugsweise eine hohe Leitfähigkeit in lateraler Richtung, um einen homogenen Stromeintrag von der ersten Hauptfläche 6 des Halbleiterfunktionsbereichs in die aktive Zone zu erreichen, und zeichnet sich besonders bevorzugt durch hohe Durchlässigkeit gegenüber einer im Halbleiterfunktionsbereich erzeugten oder auf den Halbleiterfunktionsbereich einfallenden Strahlung aus.



Dadurch wird die Gefahr der Absorption von Strahlung in der Stromaufweitungsschicht bei gleichzeitig guten elektrischen Kontakteigenschaften vorteilhaft verringert.

Strahlungsdurchlässige leitfähige Oxide, insbesondere Metalloxide, wie sogenannte TCOs (Transparent Conducting Oxide), sind wegen der vergleichsweise hohen Leitfähigkeit in lateraler Richtung und hoher Strahlungsdurchlässigkeit über einen weiten Wellenlängenbereich gut als Materialien für die Stromaufweitungsschicht geeignet. TCO-Materialien sind beispielsweise ZnO, SnO, ITO, TiO oder ähnliche Metalloxide. ZnO beispielsweise ist für den Kontakt zu p-leitenden Halbleitermaterialien besonders geeignet und kann zu diesen einen nahezu ohmschen Kontakt ausbilden. Zur Erhöhung der Leitfähigkeit in lateraler Richtung kann die ZnO-haltige Stromaufweitungsschicht z. B. noch mit einem Metall, wie Al, dotiert sein. Für einen guten Kontakt zu n-leitendem Halbleitermaterial ist beispielsweise SnO, eventuell mit Sb dotiert, gut geeignet.

Der Stromaufweitungsschicht 5 ist von der ersten Hauptfläche 6 des Halbleiterfunktionsbereichs aus gesehen eine erste Kontaktschicht 7 nachgeordnet und mit der Stromaufweitungsschicht elektrisch leitend verbunden. Die erste Kontaktschicht enthält vorzugsweise ein Metall, beispielsweise Ti, Pt, Au oder eine Legierung mit mindestens einem dieser Materialien.

Die erste Kontaktschicht ist in diesem Ausführungsbeispiel in Aufsicht im wesentlichen ringförmig und somit in der Schnittansicht zweistückig ausgebildet. In der Mitte des Rings ist die Kontaktschicht 7 elektrisch leitend mit einem Verbindungsleitermaterial 8 verbunden, das beispielsweise ebenfalls ein Metall, wie Sn, eines der oben genannten Metalle oder eine Legierung enthält. Sn kann Vorteile bei der Herstellung eines derartigen optoelektronischen Bauelements

im Waferverbund haben, insbesondere bei der Herstellung des Verbindungsleiters den das Verbindungsleitermaterial 8 ausbildet. Das Verbindungsleitermaterial 8 erstreckt sich durch einen Durchbruch der aktiven Zone im Halbleiterfunktionsbereich in vertikaler Richtung von der ersten Kontaktschicht 7 über den Bereich der Stromaufweitungsschicht und des Halbleiterfunktionsbereichs sowie durch den Träger zu der dem Halbleiterfunktionsbereich gegenüberliegenden Seite des Trägers. Der Durchbruch wird in diesem Ausführungsbeispiel von einem Loch oder einer Aussparung 9, die sich durch den Halbleiterfunktionsbereich und den gesamten Träger erstreckt, umfaßt.

Der Halbleiterfunktionsbereich 2 und insbesondere die aktive Zone sind durch ein Isolationsmaterial 10, beispielsweise SiN enthaltend, vom Verbindungsleitermaterial 8 elektrisch isoliert. Dadurch werden nachteilige Kurzschlüsse der aktiven Zone über das Verbindungsleitermaterial vermieden. Das Verbindungsleitermaterial ist über im wesentlichen den gesamten Bereich der Aussparung 9 angeordnet und zumindest im Bereich des Halbleiterfunktionsbereichs elektrisch von diesem isoliert. Das Isolationsmaterial 10 kleidet den Rand der Aussparung im Halbleiterfunktionsbereich insbesondere an der aktiven Zone mit Vorteil vollständig aus.

Das Verbindungsleitermaterial 8 ist auf der dem Halbleiterfunktionsbereich abgewandten Seite des Trägers mit einem ersten Anschluß 11 elektrisch leitend verbunden. Zwischen dem ersten Anschluß und dem Träger ist ein weiteres Isolationsmaterial 10a, beispielsweise SiN enthaltend, angeordnet. Dieses weitere Isolationsmaterial isoliert den ersten Anschluß elektrisch von einem zweiten Anschluß 12, der auf der dem Halbleiterfunktionsbereich abgewandten Seite des Trägers angeordnet ist. Bevorzugt weist das weitere Isolationsmaterial 10a eine größere Ausdehnung in lateraler Richtung auf als der erste Anschluss, um die Gefahr eines Kurzschlusses der Anschlüsse 11 und 12 weiter zu verringern.

Der Anschluß 12 ist mit dem Träger leitend verbunden, so daß der Halbleiterfunktionsbereich über den ersten Anschluß und den zweiten Anschluß elektrisch ansteuerbar ist.

Beispielsweise enthalten der erste und/oder der zweite Anschluß ein Metall, wie Ti, Pt oder Au. Auch Legierungen mit mindestens einem dieser Metalle sind für die Ausbildung der Anschlüsse geeignet.

Das hier dargestellte optoelektronische Bauelement 1 ist komplett im Waferverbund herstellbar. Der beispielsweise epitaktisch auf einem Aufwachssubstrat, aus dem der Träger 3 hervorgehen kann, hergestellte Halbleiterfunktionsbereich kann nach dem Aufwachsen mit der Stromaufweitungsschicht 2 versehen werden. Nachfolgend wird die Leiterstruktur mit dem Durchbruch und der Aussparung sowie dem Isolations- und dem Verbindungsleitermaterial und der ersten Kontaktschicht vorgesehen. Hierauf wird seitens der ersten Hauptfläche des Halbleiterfunktionsbereichs ein Umhüllungsmaterial, vorzugsweise in der flüssigen Phase, auf den Halbleiterfunktionsbereich und den Träger aufgebracht. Dieses Umhüllungsmaterial kann beispielsweise aufgedampft oder durch Spincoating aufgebracht werden. Von der zweiten Hauptfläche 13 des Halbleiterfunktionsbereichs her werden das Isolationsmaterial 10a und der erste Anschluß 11 sowie der zweite Anschluß 12, beispielsweise durch Aufdampfen oder Aufputtern, vorgesehen. Die Umhüllung bildet zusammen mit dem Träger eine Verkapselung für die aktive Zone.

Ein derartiges Bauelement kann in verschiedenen Größen hergestellt werden. Diesen verschiedenen Größenentsprechen auch verschiedenste Dimensionierungen der Kontaktstrukturen und insbesondere des Durchbruchs bzw. der Aussparung 9. Die laterale Ausdehnung der Halbleiterschichtenfolge kann beispielsweise von 10  $\mu\text{m}$  bis einigen 100  $\mu\text{m}$  reichen.

Dies kann lateralen Bemessungen des Durchbruchs bzw. der Aussparung von 100 oder einigen 100 nm bis ungefähr 30 oder 50  $\mu\text{m}$  entsprechen. Durch die lateralen Bemessungen der Leiterstruktur und die Anzahl der Aussparungen, die anders als dargestellt mehr als eine Aussparung umfassen kann, können die zur Kontaktierung des Halbleiterfunktionsbereichs nötigen Leitfähigkeiten erreicht werden. Die Kontaktierung des Halbleiterfunktionsbereichs bzw. des Bauelements kann über Anschlüsse 11 und 12 erfolgen, die beide seitens der zweiten Hauptfläche des Halbleiterfunktionsbereichs angeordnet sind. Das optoelektronische Bauelement ist somit oberflächenmontierbar ausgebildet.

Auf einen elektrischen Kontakt, der eine Kontaktierung mittels eines Bonddrahts oder ähnlich komplizierter Maßnahmen erfordert, kann somit vorteilhaft verzichtet werden. Die Ausbildung sehr kleiner Bauelemente wird somit vorteilhaft erleichtert.

Weiterhin kann zumindest teilweise auf die tragende Wirkung der Trägerschicht während des Herstellungsprozesses verzichtet werden, da die Umhüllung vorzugsweise mechanisch stabilisierende Wirkung auf den Halbleiterfunktionsbereich hat. Folglich kann die Trägerschicht zumindest teilweise entfernt werden, beispielsweise durch Abschleifen, wodurch die Bauelementhöhe weitergehend verringert werden kann.

Die Kontaktierung des Bauelements erfolgt durch den Halbleiterfunktionsbereich und insbesondere durch den Bereich der aktiven Zone, weshalb das Isolationsmaterial 10 bevorzugt so ausgebildet ist, daß es dick genug ist, einen Kurzschluß der aktiven Zone über das Verbindungsleitermaterial zu verhindern. Die Aussparung ist bevorzugt vollflächig mit dem Isolationsmaterial ausgekleidet.

In der Umhüllung kann weiterhin ein Leuchtstoff vorgesehen sein, der vom Halbleiterfunktionsbereich erzeugte oder vom

Halbleiterfunktionsbereich zu empfangende Strahlung absorbieren kann. Im ersten Fall ist der Leuchtstoff bevorzugt so ausgebildet, daß er eine Strahlung einer Wellenlänge re-emittiert, die größer ist als die vom Halbleiterfunktionsbereich erzeugte Wellenlänge. Die beiden Wellenlängen können sich mit Vorteil mischen, so daß der Eindruck von mischfarbigem Licht, insbesondere weißem Licht, entstehen kann. Beispielsweise enthält der Leuchtstoff ein Phosphor. Soll das Bauelement weißes Licht emittieren, so basiert der Halbleiterfunktionsbereich mit Vorzug auf GaN, das zur Erzeugung vorteilhaft kurzwelliger Strahlung geeignet ist.

Im Falle einfallender Strahlung auf den Halbleiterfunktionsbereich ist der Leuchtstoff bzw. in diesem Fall der Absorptionsstoff bevorzugt so ausgebildet, daß er die Empfindlichkeit des als Empfängers ausgebildeten optoelektronischen Bauelements positiv beeinflußt. Beispielsweise kann dies über Anpassung an eine gewünschte Empfindlichkeitsverteilung geschehen. Diese Anpassung kann beispielsweise durch Filterung von Wellenlängen aus dem einfallenden Wellenlängenbereich geschehen.

In der Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements anhand einer schematischen Schnittansicht dargestellt.

Das hier gezeigte Bauelement entspricht im wesentlichen dem in Figur 1 dargestellten Bauelement.

Im Unterschied zu dem in Figur 1 gezeigten Bauelement ist in Figur 2 der Stromaufweitungsschicht 5 ein weiteres Isolationsmaterial 10b nachgeordnet. Diese Isolationsmaterialschicht kann beispielsweise SiN enthalten und wirkt nicht nur isolierend, sondern bevorzugt auch schützend oder passivierend bezüglich des Halbleiterfunktionsbereichs 2 und insbesondere dessen aktiver

Zone. Der Schutz der aktiven Zone vor schädlichen äußeren Einflüssen wird durch diese zusätzliche Isolations- bzw. Passivierungsschicht weitergehend erhöht. Die elektrische Kontaktierung des Bauelements erfolgt wie bei dem Bauelement in Figur 1 über das erste Kontaktmaterial 7 seitens der ersten Hauptfläche 6 des Halbleiterfunktionsbereichs, das elektrisch leitend mit dem Verbindungsmaterial 8 verbunden ist.

Das Verbindungsleitermaterial 8 ist mit dem ersten Anschluß 11 leitend verbunden, der über das Isolationsmaterial 10a seitens der dem Halbleiterfunktionsbereich gegenüberliegenden Hauptfläche des Trägers elektrisch vom zweiten Anschluß 12 isoliert. Auf der dem Träger abgewandten Seite der Anschlüsse 11 und 12 ist jeweils eine erste 14 bzw. eine zweite Lotschicht 15 angeordnet. Die Lotschichten enthalten beispielsweise AuGe und sind mit den jeweiligen Anschlüssen vorzugsweise elektrisch leitend verbunden. Über derartige Lotschichten wird die Verbindung der Anschlüsse 11 und 12 mit externen Anschlüssen, beispielsweise Leiterbahnen auf einer Leiterplatte oder ähnlichen externen Leitervorrichtungen, erleichtert.

Weiterhin ist im Unterschied zu Figur 1 das hier dargestellte optoelektronische Bauelement mit einer Verkapselung 16 versehen. Diese Verkapselung umfaßt ein Fenster 17, das der Umhüllung 4, die den Halbleiterfunktionsbereich zumindest teilweise umhüllt, von der ersten Hauptfläche des Halbleiterfunktionsbereichs gesehen, nachgeordnet ist. Weiterhin umfaßt die Verkapselung 16 ein Verkapselungselement 18, das der Umhüllung 4 in Richtung des Trägers nachgeordnet ist. Die Verkapselung 16, die das Fenster, die Umhüllung und das Verkapselungselement umfaßt, kann mit Vorteil im Waferverbund ausgebildet werden.

Die gestrichelten Linien in Figur 2 im Bereich der Umhüllung 4 und des Verkapselungselements 18 bezeichnen die

Grenzbereiche zwischen den verschiedenen Teilen der Verkapselung. Mit Vorteil können die Umhüllung 4 und das Verkapselungselement 18 bereits eine im wesentlichen hermetisch gegenüber äußeren Einflüssen dichte Verkapselung ausbilden. Das Material des Verkapselungselements kann mit Vorteil beliebig im Rahmen der Fertigungsmöglichkeiten gewählt werden und kann insbesondere im wesentlichen strahlungsundurchlässig ausgebildet sein, da im Bereich des Verkapselungselements 18 nur in geringem Maße eine vom Halbleiterfunktionsbereich zu empfangende oder im Halbleiterfunktionsbereich zu erzeugende Strahlung auf die Verkapselung trifft. Das Fenster 17 und die Umhüllung 4 sind bevorzugt strahlungsdurchlässig bezüglich dieser Strahlungen ausgebildet, um die Effizienz des Bauelements zu erhöhen.

Das Fenster 17 kann beispielsweise ein Glas, einen Teil einer Glasplatte oder im wesentlichen das gleiche Material wie die Umhüllung enthalten. Im letzteren Falle können die Umhüllung 4 und das Fenster 17 mit Vorteil in einem Verfahrensschritt ausgebildet werden. Im Fenster 17 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein optisches Element 19 ausgebildet. Dieses optische Element kann mit Vorteil bereits im Waferverbund vorgesehen werden. Hierzu wird das Fenstermaterial auf geeignete Weise strukturiert. Dies kann beispielsweise durch Ätzprozesse oder Einstempeln der Struktur des optischen Elements in das gegebenenfalls noch plastisch formbare Fenstermaterial erreicht werden. In diesem Ausführungsbeispiel ist das optische Element nach Art einer Linse gewölbt ausgebildet und erhöht mit Vorteil die Effizienz des optoelektronischen Bauelements.

Bei der leitenden Verbindung der Lotschichten 14 und 15 mit externen Leitern wird das Lot gewöhnlich hohen Temperaturen ausgesetzt, so daß es zumindest teilweise aufweicht. Mit Vorteil verbindet sich das Lot während des Lötvorgangs in den Grenzbereichen zum Verkapselungselement mit dem Material des

Verkapselungselements derart, daß die Verkapselung des optoelektronischen Bauelements weitergehend abgedichtet wird.

Die Teile der Verkapselung, insbesondere das Verkapselungselement 18 und die Umhüllung 4, sind vorzugsweise so beschaffen, daß sie gegenüber den beim Löten auftretenden Temperaturen zumindest in einem Zeitraum, der dem des Lötprozesses entspricht, im wesentlichen beständig, vorzugsweise formbeständig, sind.

Das Fenster 17 kann gemeinsam mit der Umhüllung 4 ausgebildet werden oder beispielsweise auf der Umhüllung aufgeklebt werden. Vorzugsweise hat die Umhüllung im letzteren Falle bereits eine haftvermittelnde Wirkung, so daß auf eine zusätzliche Klebeschicht zwischen dem Fenster und der Umhüllung verzichtet werden kann. Dies kann wegen der geringeren Anzahl von Grenzflächen Vorteile für die Strahlungsauskopplung oder -einkopplung aus bzw. in den Halbleiterfunktionsbereich haben.

Abweichend von der Darstellung in den Figuren 1 und 2 kann auf der dem Träger zugewandten Seite des Halbleiterfunktionsbereichs eine Spiegelschicht, beispielsweise ein Bragg-Spiegel oder eine metallische Spiegelschicht, wie beispielsweise Au, Pt, Al oder eine Legierung mit mindestens einem dieser Metalle, wie etwa AuGe, enthalten. Der Träger 3 ist im Falle einer metallischen Spiegelschicht bevorzugt verschieden vom Aufwachssubstrat der Halbleiterschichtenfolge, aus der der Halbleiterfunktionsbereich vorzugsweise im Waferverbund ausgebildet wird. Das Aufwachssubstrat wird nach dem Aufbringen einer Spiegelschicht auf die dem Aufwachssubstrat abgewandte Seite des Halbleiterfunktionsbereichs oder der Halbleiterschichtenfolge abgelöst. Vor dem Ablösen des Aufwachssubstrats wird der Halbleiterfunktionsbereich bzw. die Halbleiterschichtenfolge auf einer Trägerschicht



befestigt oder angeordnet, aus der der Träger 3 des Dünnschichtbauelements hervorgeht.

Abweichend von der Darstellung in Figur 2 kann auf den Träger auch verzichtet werden, insbesondere wenn die Umhüllung oder die Fensterschicht den Halbleiterfunktionsbereich 2 mechanisch stabilisieren. Somit ist die Ausbildung sehr dünner optoelektronischer Bauelemente möglich. Ein optoelektronisches Bauelement, wie in Figur 2 dargestellt, kann mit der Verkapselung komplett im Waferverbund hergestellt werden.

Wird das Fenster 17 über eine Klebeverbindung auf der Umhüllung 4 angeordnet, so enthält die Umhüllung bevorzugt Silikon oder BCB, das eine haftvermittelnde Wirkung zwischen der Umhüllung und dem Fenstermaterial aufweisen kann. Dies gilt insbesondere für Fenster, die ein Glas enthalten oder aus einer Glasplatte ausgebildet sind.

Ein Leuchtstoff zur Erzeugung mischfarbigen Lichts wird vorzugsweise in der Umhüllung 4 möglichst nahe an der aktiven Zone angeordnet.

In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements anhand einer schematischen Schnittansicht dargestellt.

Das optoelektronische Bauelement 1 ist in diesem Ausführungsbeispiel als sogenanntes Dünnschicht-Bauelement ausgeführt. Dünnschicht-Bauelement bedeutet hierbei, daß während des Herstellungsprozesses das Aufwuchssubstrat einer Halbleiterschichtenfolge, aus der der Halbleiterfunktionsbereich 2 ausgebildet wird, entfernt wird. Das Aufwuchssubstrat kann beispielsweise über ein Laserablationsverfahren oder mechanische Methoden entfernt werden. Vor oder nach dem Entfernen des Aufwuchssubstrats wird die Halbleiterschichtenfolge oder der

Halbleiterfunktionsbereich mit einer, vorzugsweise metallischen, Spiegelschicht versehen. Die Spiegelschicht kann die Effizienz des optoelektronischen Bauelements verbessern. Beispielsweise kann sie die Absorption von im Halbleiterfunktionsbereich erzeugter Strahlung in, der Spiegelschicht vom Halbleiterfunktionsbereich aus gesehen nachgeordneten. Materialien, wie beispielsweise absorbierenden Metallkontaktstrukturen oder einer absorbierenden Trägerschicht, verringern.

In Figur 3 ist ein derartiges Dünnschicht-Bauelement dargestellt, das komplett im Waferverbund herstellbar ist.

Dem Halbleiterfunktionsbereich 2, der beispielsweise auf GaN oder GaP basiert, ist seitens seiner ersten Hauptfläche 6 eine Stromaufweitungsschicht 5 nachgeordnet. Die Stromaufweitungsschicht 5 kann beispielsweise ein TCO-Material, wie ZnO oder ein geeignetes ausgebildetes III-V-Halbleitermaterial umfassen. Da III-V-Halbleitermaterialien, insbesondere solche, die epitaktisch gemeinsam mit dem Halbleiterfunktionsbereich hergestellt werden können, im allgemeinen eine relativ geringe Leitfähigkeit in lateraler Richtung aufweisen, sind TCO-Materialien jedoch bevorzugt. Der Halbleiterfunktionsbereich 2 ist seitens seiner ersten Hauptfläche über die Stromaufweitungsschicht 5 elektrisch leitend mit dem Verbindungsleitermaterial 8 verbunden. Das Verbindungsleitermaterial erstreckt sich dabei in vertikaler Richtung im Randbereich des Halbleiterfunktionsbereichs durch einen Durchbruch durch die aktive Zone des Halbleiterfunktionsbereichs, der im Waferverbund hergestellt wurde. Das Verbindungsleitermaterial ist elektrisch von der aktiven Zone über das Isolationsmaterial 10, beispielsweise SiN enthaltend, isoliert. Dadurch wird die Gefahr eines Kurzschlusses der aktiven Zone durch das Verbindungsleitermaterial zumindest stark verringert.

Seitens der zweiten Hauptfläche 13 des Halbleiterfunktionsbereichs ist diesem eine Spiegelschicht 22 nachgeordnet. Die Spiegelschicht enthält vorzugsweise ein Metall, beispielsweise Au, Pt, Al, Ge oder Legierungen mit mindestens einem dieser Metalle. Die Spiegelschicht 22 ist bevorzugt bezüglich einer vom optoelektronischen Bauelement zu erzeugenden oder zu empfangenen Strahlung reflektierend ausgebildet und kann die Effizienz des Bauelements vorteilhaft erhöhen.

Ist das optoelektronische Bauelement beispielsweise als Sender ausgebildet, so wird im Betrieb des Bauelements in der aktiven Zone des Halbleiterfunktionsbereichs Strahlung erzeugt. Strahlung, die in Richtung des Spiegels emittiert wird, wird von der Spiegelschicht in Richtung der ersten Hauptfläche des Halbleiterfunktionsbereichs reflektiert und kann das Bauelement über die Stromaufweitungsschicht 5, die Umhüllung 4 und einem der Umhüllung nachgeordneten Fenster 17 verlassen. Mit Vorteil wird durch die Spiegelschicht der in Richtung der zweiten Hauptfläche emittierte Strahlungsanteil erheblich reduziert, so daß die Absorption in Materialien, die der Spiegelschicht vom Halbleiterfunktionsbereich aus gesehen, wie beispielsweise eine Leiterplatte, nachgeordnet sein können, zumindest stark reduziert.

Die Spiegelschicht 22 ist auf ihrer dem Halbleiterfunktionsbereich abgewandten Seite elektrisch leitend mit einer Lotschicht 15 verbunden. Das Verbindungsleitermaterial 8 ist seitens der zweiten Hauptfläche des Halbleiterfunktionsbereichs mit einer Lotschicht 14 leitend verbunden. In dem Zwischenraum zwischen der Lotschicht 14 und der Lotschicht 15 ist ein weiteres Isolationsmaterial 10b, beispielsweise SiN enthaltend, angeordnet, das die Gefahr eines Kurzschlusses der von den Lotschichten gebildeten elektrischen Anschlüsse des optoelektronischen Bauelements reduziert. Der

Halbleiterfunktionsbereich ist über das Verbindungsmaterial und die Spiegelschicht elektrisch anschließbar.

Das dargestellte optoelektronische Bauelement weist eine im wesentlichen hermetische Verkapselung des Halbleiterfunktionsbereichs auf. Der Halbleiterfunktionsbereich ist hierbei allseitig von Schutzmaterialien, wie dem Isolationsmaterial, das vorzugsweise auch als Passivierungsschicht wirken kann, in Form der Schichten 10, 10a, 10b umgeben. Nur im Bereich der elektrischen Kontakte ist diese Passivierungsschicht unterbrochen. Beim Löten der Anschlüsse verbinden sich die Lotschichten vorzugsweise mit dem Isolationsmaterial und erhöhen vorteilhaft den Schutz für den Halbleiterfunktionsbereich. Weiterhin ist der Halbleiterfunktionsbereich zumindest teilweise von der Umhüllung 4 umgeben, die den Schutz des Halbleiterfunktionsbereichs weitergehend erhöht. Insbesondere gilt dies für die Seite des optoelektronischen Bauelements, die nach der Montage auf einer Leiterplatte vom Halbleiterfunktionsbereich aus gesehen der Leiterplatte gegenüberliegt und somit in erhöhtem Maße schädlichen äußeren Einflüssen ausgesetzt sein kann.

Die Umhüllung kann beispielsweise Silikon oder BCB enthalten, das sich durch eine vorteilhafte Beständigkeit gegenüber ultravioletter Strahlung auszeichnet, oder ein mittels Aufdampfen oder Spincoating aufgebrachtes Umhüllungsmaterial umfassen. Das der Umhüllung nachgeordnete Fenster 17 kann beispielsweise Teil einer Glasplatte sein, die auf dem Umhüllungsmaterial mittels einer Klebeverbindung, beispielsweise ebenfalls über Silikon, verbunden ist. Die Umhüllung 4 und das Fenster 17 können aber auch aus dem im wesentlichen gleichen Material gefertigt sein.

Die zwischen der Lotschicht 14 und dem Verbindungsleitermaterial angeordnete Schicht 22a enthält

beispielsweise das gleiche Material wie die Spiegelschicht, was bei der Fertigung des Bauelements im Waferverbund Vorteile haben kann. Mit besonderem Vorteil können die Spiegelschicht und die Lotschichten ähnliches Material, beispielsweise AuGe, enthalten. Abweichend von der Darstellung in Figur 3 kann das optoelektronische Bauelement auch ein Verkapselungselement umfassen, das seitens der zweiten Hauptfläche, entsprechend dem in Figur 2 dargestellten Verkapselungselement, vorgesehen ist. Mit Vorteil kann ein derartiges Verkapselungselement den Schutz des Halbleiterfunktionsbereichs gegenüber schädlichen äußeren Einflüssen weitergehend erhöhen.

Die dargestellte Abstufung zwischen dem Isolationsmaterial 10a, Stromaufweitungsschicht 5 und Halbleiterfunktionsbereich kann ebenso wie die Abschrägung des Halbleiterfunktionsbereichs am Rand die Aufbringung des Isolationsmaterials erleichtern. Die Gefahr von Kurzschlüssen Brüche im Isolationsmaterial, die an steilen Kanten entstehen können, kann durch entsprechend ausgebildete Abstufungen oder Abschrägungen vorteilhaft verringert werden.

Das Fenster 17 und/oder die Umhüllung 4 haben vorzugsweise eine derart stabilisierende Wirkung bezüglich des Halbleiterfunktionsbereichs, dass die im Waferverbund seitens der zweiten Hauptfläche angeordnete Trägerschicht - beispielsweise das Aufwachssubstrat der Halbleiterschichtenfolge - entfernt und nachfolgend die Spiegelschicht 22 aufgebracht werden kann.

In der Figur 4 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung optoelektronischer Bauelemente anhand verschiedener Ansichten und Zwischenschritte schematisch dargestellt.

Es wird die Herstellung eines Bauelements ähnlich dem in Figur 2 gezeigten Bauelement dargestellt.

Zunächst wird eine Halbleiterschichtenfolge 200 auf einer Trägerschicht 300, wie in Figur 4a dargestellt, bereitgestellt. Die Trägerschicht 300 kann beispielsweise das Aufwachssubstrat der Halbleiterschichtenfolge 200 sein. Beispielsweise basiert die Halbleiterschichtenfolge auf GaP oder GaN. Das Aufwachssubstrat kann beispielsweise GaAs im Fall von GaP oder GaAs basierenden Halbleiterschichtenfolgen, SiC oder Saphir im Fall von GaN basierenden Halbleiterschichtenfolgen sein.

Nachfolgend wird der so bereitgestellte Waferverbund bzw. die Halbleiterschichtenfolge des Waferverbunds derart strukturiert, daß eine Mehrzahl von Halbleiterfunktionsbereichen 2 entsteht, die auf der Trägerschicht 300 durch Zwischenräume 20 räumlich voneinander getrennt sind. Die Zwischenräume 20 bilden beispielsweise in Aufsicht auf die Trägerschicht ein im wesentlichen kreuzförmiges Gittermuster in der Halbleiterschichtenfolge 200. Die Strukturierung in Halbleiterfunktionsbereiche erfolgt beispielsweise mittels photolithographischen Strukturierungsmethoden in Kombination mit Ätzverfahren, Laserstrukturierung oder anderen bekannten Strukturierungsmethoden, wie beispielsweise Sägen. In Figur 4b sind die Halbleiterfunktionsbereiche 2, die durch Zwischenräume 20 voneinander getrennt werden und auf der Trägerschicht 300 angeordnet sind, dargestellt. Die Zwischenräume 20 können sich je nach Strukturierungsverfahren auch abweichend von der Darstellung in die Trägerschicht 300 hinein erstrecken.

Nachfolgend wird auf die Halbleiterfunktionsbereiche eine Stromaufweitungsschicht 5, beispielsweise ZnO oder SnO enthaltend, strukturiert aufgebracht oder nachfolgend entsprechend den Halbleiterfunktionsbereichen strukturiert. Die Stromaufweitungsschicht kann beispielsweise aufgesputtert werden und die Strukturierung über Maskierung erfolgen. Die

Halbleiterfunktionsbereiche 3 sind mit Vorzug annähernd vollflächig mit der Stromaufweitungsschicht bedeckt. Am Rand der Halbleiterfunktionsbereiche können abweichend von der Darstellung Abstufungen zwischen den Halbleiterfunktionsbereichen und der Stromaufweitungsschicht ausgebildet sein, was Vorteile beim Aufbringen nachfolgender Schichten haben kann. Nach dem Aufbringen der Stromaufweitungsschicht wird die Struktur mit Halbleiterfunktionsbereich und Stromaufweitungsschicht derart strukturiert, daß eine Aussparung 9 entsteht, die durch die Stromaufweitungsschicht 5 und den Halbleiterfunktionsbereich 2 bis auf den Träger hinabreicht. Die Aussparung kann beispielsweise durch Maskierungs- und Ätzprozesse oder andere geeignete Strukturierungsmethoden vorgesehen werden. Vor oder nach der Strukturierung der Aussparung 9 wird auf die dem Halbleiterfunktionsbereich abgewandte Seite der Stromaufweitungsschicht 5 eine erste Kontaktschicht 7, beispielsweise ein Metall wie Ti, Pt oder Au enthaltend, aufgebracht. Das Aufbringen kann z.B. durch Sputtern oder Aufdampfen erfolgen. Die erste Kontaktschicht ist bevorzugt entsprechend der Aussparung 9 strukturiert oder wird nach ihrer Aufbringung dementsprechend strukturiert. Mit Vorteil kann die Strukturierung gemeinsam mit dem Ausbilden der Aussparung 9 vorgenommen werden.

Die daraus resultierende Struktur mit der Trägerschicht 300, den auf der Trägerschicht angeordneten Halbleiterfunktionsbereichen 2, den den Halbleiterfunktionsbereichen nachgeordneten Stromaufweitungsschichten 5 und den ersten Kontaktschichten 7 ist in Figur 4c in einer Schnittansicht schematisch dargestellt.

Nachfolgend wird die Aussparung 9 im Halbleiterfunktionsbereich, die einen Durchbruch durch die aktive Zone umfaßt, in vertikaler Richtung weiter in die Trägerschicht hineinstrukturiert, was beispielsweise wieder

über Maskierungs- und Ätzprozesse erreicht werden kann. Die hieraus resultierende Struktur ist in Figur 4d schematisch dargestellt. Bevorzugt wird die Aussparung jedoch gleichzeitig mit der Ausbildung der Aussparung im Halbleiterfunktionsbereich und der Stromaufweitungsschicht in die Trägerschicht hineinstrukturiert.

In Figur 4e ist eine Aufsicht auf die Struktur aus Figur 4d, gezeigt. Die mit der Stromaufweitungsschicht 5 bedeckten Halbleiterfunktionsbereiche sind hierbei im wesentlichen quadratisch ausgebildet und durch ein zusammenhängendes Netz von Zwischenräumen 20 voneinander getrennt. Die Aussparungen 9 in dem Halbleiterfunktionsbereich sind in diesem Ausführungsbeispiel im wesentlichen kreisförmig und im Bereich der Ecken der jeweiligen Halbleiterfunktionsbereiche angeordnet.

Um die Aussparungen herum ist die erste Kontaktschicht 7 angeordnet. Die Anordnung der Aussparungen in den Ecken der Halbleiterfunktionsbereiche verbessert mit Vorteil die Effizienz eines späteren optoelektronischen Bauelements, da die zentrale Fläche der aktiven Zone in der Mitte des Halbleiterfunktionsbereichs mit Vorteil im wesentlichen frei von der Kontaktschicht 7 ist. Absorption durch eine metallische Kontaktschicht in diesem Bereich wird somit vermieden.

Die lateralen Bemessungen der Aussparung können von beispielsweise 100 nm bis ungefähr 100  $\mu\text{m}$  reichen. Auch können in einem Halbleiterfunktionsbereich mehrere Aussparungen vorgesehen sein. Diese kann je nach Ausbildung und Größe des späteren optoelektronischen Bauelements beziehungsweise des Halbleiterfunktionsbereichs im Rahmen des Herstellungsverfahrens an die jeweiligen Erfordernisse angepasst werden.



Auf die in Figur 4d dargestellte Struktur wird nachfolgend ein Isolationsmaterial 10, beispielsweise SiN enthaltend, aufgebracht. Das Isolationsmaterial kann beispielsweise vollflächig auf die in Figur 4d gezeigte Struktur aufgebracht werden. Das Isolationsmaterial kleidet die Wand der Aussparung zumindest im Bereich des Halbleiterfunktionsbereichs aus. Die Aufbringung des Isolationsmaterials auf die Wand der Aussparung kann durch eine entsprechend angeschrägte Wand oder Wände der Aussparung erleichtert werden.

Nachfolgend wird das Isolationsmaterial derart strukturiert, daß die erste Kontaktschicht 7 zumindest in Teilbereichen frei von Isolationsmaterial 10 ist. Das Isolationsmaterial kann auch beispielsweise mit Maskierungstechniken schon entsprechend strukturiert auf die in den Figuren 4d und 4e gezeigte Struktur aufgebracht werden. Die daraus resultierende Struktur ist in Figur 4f anhand einer Schnittansicht schematisch dargestellt. Dadurch, daß das Isolationsmaterial die erste Kontaktschicht auf ihrer der Trägerschicht abgewandten Seite noch teilweise bedeckt, wird die Gefahr reduziert, daß bei der Strukturierung des Isolationsmaterials oder der strukturierten Aufbringung die aktive Zone im Halbleiterfunktionsbereich 2 frei von dem Isolationsmaterial ist. Insgesamt wird somit die Gefahr eines Kurzschlusses der aktiven Zone über ein nachfolgend in die Aussparung 9 eingebrachtes Verbindungsleitermaterial 8 reduziert.

Das Verbindungsleitermaterial 8 enthält beispielsweise Sn und wird so in die Aussparung 9 eingebracht, daß diese im wesentlichen vollständig mit dem Verbindungsleitermaterial ausgefüllt ist.

Zumindest ist das Verbindungsleitermaterial in vertikaler Richtung so vorgesehen, daß es sich von der Seite des Halbleiterfunktionsbereichs mit der ersten Kontaktfläche

durch die aktive Zone des Halbleiterfunktionsbereichs hindurch erstreckt. Bevorzugt ist das Verbindungsleitermaterial jedoch in der Aussparung bis in die Trägerschicht hinein vorgesehen. In dem Bereich der ersten Kontaktschicht, der frei vom Isolationsmaterial 10 ist, ist das Verbindungsleitermaterial elektrisch leitend mit der Kontaktschicht verbunden. Das Verbindungsleitermaterial kann beispielsweise durch galvanisches Auffüllen der Aussparung, durch Einlegieren oder Aufbringen des Verbindungsleitermaterials aus der Dampfphase in der Aussparung angeordnet werden. Dies ist in Figur 4g schematisch dargestellt. Der Halbleiterfunktionsbereich 2 ist mit dem Verbindungsleitermaterial über die erste Kontaktschicht seitens der ersten Hauptfläche 6 elektrisch leitend verbunden. Das Isoliermaterial 10 umformt den Halbleiterfunktionsbereich schichtartig und bildet eine vorteilhafte Schutz- bzw. Passivierungsschicht für den Halbleiterfunktionsbereich. Weiterhin ist das Isolationsmaterial bezüglich der aktiven Zone und des Verbindungsleitermaterials isolierend ausgebildet und vermeidet vorteilhaft einen Kurzschluß der aktiven Zone im späteren Betrieb des Bauelements.

In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird von der dem Träger gegenüberliegenden Seite des Halbleiterfunktionsbereichs eine Umhüllung 4 aufgebracht, die den Halbleiterfunktionsbereich zumindest teilweise umhüllt und insbesondere in den Zwischenräumen 20 zwischen zwei Halbleiterfunktionsbereichen angeordnet sein kann. Die Umhüllung kann beispielsweise durch Spincoating, Aufdampfen, Aufsputtern oder anderweitig aufgebracht werden. Durch Spincoating kann beispielsweise eine BCB enthaltende Umhüllung 4 vorgesehen werden.

Die Umhüllung wird bevorzugt in einer flüssigen oder plastisch formbaren Phase aufgebracht und nachfolgend in die feste Phase überführt, was beispielsweise durch

Temperaturerhöhung erreicht werden kann. Bevorzugt ist die Erstarrungstemperatur oder der Erstarrungstemperaturbereich für den Halbleiterfunktionsbereich unschädlich. Vorzugsweise liegt diese Temperatur bei unter 200° C.

Der Umhüllung ist vom Halbleiterfunktionsbereich aus gesehen eine Fensterschicht 170 nachgeordnet. Die Fensterschicht ist bevorzugt wie die Umhüllung 4 strahlungsdurchlässig bezüglich der vom Halbleiterfunktionsbereich zu erzeugenden oder zu empfangenden Strahlung und zeichnet sich weiterhin durch hohe mechanische Stabilität aus. Die Fensterschicht 170 kann so eventuell im Zusammenwirken mit der Umhüllung 4 eine Stabilisationsschicht für die Halbleiterfunktionsbereiche auf der Trägerschicht 300 bilden. Mit Vorteil ist die Umhüllung 4 und die Fensterschicht 170 aus dem gleichen Material gebildet, so daß ein zusätzliches Aufbringen einer stabilisierenden Schicht vermieden wird. Dies ist in Figur 4h durch die gestrichelte Linie angedeutet.

Es ist jedoch auch möglich, eine separate Fensterschicht 170 vorzusehen, beispielsweise eine Glasplatte, die mit der Umhüllung 4 vorzugsweise mechanisch stabil verbunden ist. Dies kann beispielsweise über eine Klebeverbindung geschehen, die besonders bevorzugt durch eine haftvermittelnde Umhüllung 4 erreicht wird. Diese haftvermittelnde Umhüllung kann beispielsweise Silikon oder BCB enthalten.

Eine so gebildete Stabilisationsschicht kann mit Vorteil den gesamten Waferverbund mit Halbleiterfunktionsbereichen und Trägerschicht derart stabilisieren, daß die Trägerschicht 300 zumindest teilweise entfernt werden kann.

Besonders bevorzugt ist die Stabilisationsschicht mechanisch derart stabil, daß die gesamte Trägerschicht entfernt werden kann. Somit wird die Herstellung sehr dünner optoelektronischer Bauelemente erleichtert.

In Figur 4h ist eine sehr stark abgedünnte Trägerschicht gezeigt. Die stabilisierend Wirkung der Umhüllung und der Fensterschicht wird durch die im Vergleich zu Figur 4g umgekehrte Ausrichtung der Struktur verdeutlicht. Die Trägerschicht wird bevorzugt zumindest soweit abgedünnt, daß das Verbindungsleitermaterial in der Aussparung von der zweiten Hauptfläche 13 des Halbleiterfunktionsbereichs her elektrisch anschließbar ist. Das Abdünnen kann beispielsweise durch Abschleifen oder sonstige, beispielsweise mechanische oder chemische Strukturierungsmethoden, wie Ätzen, erreicht werden.

Nachfolgend kann die in Figur 4h gezeigte Struktur von der zweiten Hauptfläche 13 der Halbleiterfunktionsbereiche her derart strukturiert werden, daß die Trägerschicht 300 und/oder das Isolationsmaterial 10 im Bereich der Zwischenräume 20 entfernt wird. Dies kann beispielsweise über Maskieren und Ätzen erfolgen. Vorzugsweise wird zumindest bis an das Umhüllungsmaterial der Umhüllung 4 strukturiert.

Von der Seite der zweiten Hauptfläche 13 des Halbleiterfunktionsbereichs wird eine Isolationsschicht 10a vorgesehen, der vom Halbleiterfunktionsbereich aus gesehen ein erster Anschluß 11 nachgeordnet wird, der vom ebenfalls vorgesehenen zweiten Anschluß 12 elektrisch isoliert ist. Der Halbleiterfunktionsbereich 2 ist mit dem ersten Anschluß, den Verbindungsleiter 8 und die Stromaufweitungsschicht 5 seitens der ersten Hauptfläche 6 leitend verbunden, während die zweite Hauptfläche 13 mit dem zweiten Kontakt 12 eventuell über den Träger 3, der aus der strukturierten Trägerschicht hervorgeht, leitend verbunden ist.

Von der zweiten Hauptfläche 13 des Halbleiterfunktionsbereichs her wird nachfolgend ein Verkapselungsmaterial 180 vorgesehen. Das Verkapselungsmaterial wird dabei so vorgesehen, daß es vorzugsweise mit dem Umhüllungsmaterial 4 in direkten Kontakt

tritt. Im Bereich der Anschlüsse 11 und 12 zur Kontaktierung des optoelektronischen Bauelements wird das bevorzugt zunächst vollflächig vorgesehene Verkapselungsmaterial mit einer Struktur versehen, die die Einbringung von Lotschichten 14 und 15 erlaubt. Die Lotschichten 14, 15, beispielsweise AuGe enthaltend, sind vorzugsweise mit den Anschlüssen 11 und 12 elektrisch leitend verbunden.

Die daraus hervorgehende Struktur ist in Figur 4i dargestellt. Wird entlang der in Figur 4i gestrichelt eingezeichneten Linien 21 vereinzelt, so entsteht ein Bauelement, das komplett auf Waferlevel hergestellt ist, seitens einer Hauptfläche anschließbar ist und eine hermetisch dichte Verkapselung bezüglich der aktiven Zone aufweist. Auch ein optisches Element, wie beispielsweise eine Linse bei dem in Figur 2 gezeigten Bauelement oder eine die Lichtein- oder -auskopplung erhöhende Mikrostruktur, kann noch im Waferverbund in der Fensterschicht 170 zum Beispiel durch Ätzen ausgebildet werden.

Es sei angemerkt, dass eine Stabilisationsschicht, die den Waferverbund stabilisiert auch mehrfach Anwendung finden kann. Das hier an einem Ausführungsbeispiel dargestellte Verfahren ist selbstverständlich nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt.

So kann beispielsweise auch ein optoelektronisches Bauelement, das dem in Figur 3 gezeigten entspricht, gemäß diesem Verfahren hergestellt werden. Hierzu werden das Verbindungsleitermaterial und das Isolationsmaterial beispielsweise in dem Bereich des Durchbruchs durch die aktive Zone in den Zwischenräumen 20 der Figur 4b angeordnet. Die Randbereiche der Halbleiterfunktionsbereiche sind vorzugsweise entsprechend abgestuft oder abgeschrägt, um die Anordnung des Isolationsmaterials oder des Verbindungsleitermaterials zu erleichtern.

Die Trägerschicht wird von der durch die Stabilisationsschicht gehaltenen Struktur vorzugsweise vollständig entfernt, so dass nachfolgend eine metallische Spiegelschicht seitens der zweiten Hauptfläche auf den Halbleiterfunktionsbereich aufgebracht werden kann.

Weiterhin kann nach diesem Verfahren auch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Mehrzahl optoelektronischer Bauelemente hergestellt werden.

In Figur 5 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand einer schematischen Schnittansicht dargestellt.

Die Anschlüsse 11 und 12 der in lateraler Richtung nebeneinander angeordneten, beispielsweise drei, optoelektronischen Bauelemente 1 sind jeweils mit externen Anschlüsse 23 , 24 leitend verbunden. Die Anordnung der optoelektronischen Bauelemente entspricht der der Halbleiterfunktionsbereiche 2 im Waferverbund. Die gezeigte Vorrichtung wird durch die von der einstückigen durchgehenden Umhüllung 4 und/oder dem Verkapselungselement 18 gebildete Verkapselung 16 mechanisch stabilisiert und vor schädlichen äusseren Einflüssen geschützt. Eine derartige Vorrichtung kann aus der in Figur 4i gezeigten Struktur hervorgehen, wenn diese Struktur derart vereinzelt wird, dass das optoelektronische Bauteil beziehungsweise die Vorrichtung eine Mehrzahl von Halbleiterfunktionsbereichen umfassen. Auf die Träger 3 der Halbleiterfunktionsbereiche kann entsprechend den obigen Ausführungen bei geeigneter Ausbildung der Umhüllung 4 auch verzichtet werden.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung der Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal

oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

# Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement (1), umfassend einen Halbleiterfunktionsbereich (2) mit einer aktiven Zone und einer lateralen Haupterstreckungsrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass der Halbleiterfunktionsbereich zumindest einen Durchbruch (9) durch die aktive Zone umfasst, im Bereich des Durchbruchs ein Verbindungsleitermaterial angeordnet ist, das von der aktiven Zone zumindest in einem Teilbereich des Durchbruchs elektrisch isoliert ist.
2. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Verbindungsleitermaterial zumindest teilweise durch ein Isolationsmaterial (10) elektrisch von der aktiven Zone isoliert ist.
3. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Halbleiterfunktionsbereich in lateraler Richtung zumindest eine Vertiefung (9) aufweist, die den Durchbruch zumindest teilweise umfasst, oder der Durchbruch zumindest teilweise im Bereich der Vertiefung angeordnet ist.
4. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Isolationsmaterial die Vertiefung zumindest teilweise auskleidet.
5. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Vertiefung in vertikaler Richtung durch den gesamten Halbleiterfunktionsbereich erstreckt.
6. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,



dadurch gekennzeichnet, dass  
der Halbleiterfunktionsbereich eine erste Hauptfläche (6) und  
eine der ersten Hauptfläche von der aktiven Zone aus gesehen  
gegenüberliegende zweite Hauptfläche (13) aufweist und der  
Halbleiterfunktionsbereich seitens der ersten Hauptfläche mit  
dem Verbindungsleitermaterial elektrisch leitend verbunden  
ist.

7. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Halbleiterfunktionsbereich seitens der zweiten  
Hauptfläche elektrisch vom Verbindungsleitermaterial isoliert  
ist.

8. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 3  
bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die lateralen Abmessungen der Vertiefung 100  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise  
50  $\mu\text{m}$ , oder weniger betragen.

9. Optoelektronisches Bauelement nach einem der  
vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Halbleiterfunktionsbereich zumindest teilweise von einer  
Umhüllung (4) umformt ist.

10. Optoelektronisches Bauelement nach einem der  
vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die aktive Zone von einer Verkapselung (16) umgeben ist, die  
im wesentlichen hermetisch dicht ist.

11. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Umhüllung für eine von der aktiven Zone zu erzeugende  
oder zu empfangende Strahlung durchlässig ist.

12. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Halbleiterfunktionsbereich auf einem Träger (3) angeordnet ist.

13. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Verbindungsleitermaterial bis zu der dem Halbleiterfunktionsbereich gegenüberliegenden Seite des Trägers erstreckt.

14. Optoelektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauelement im Waferverbund (300,200) herstellbar ist.

15. Vorrichtung mit einer Mehrzahl von optoelektronischen Bauelementen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrzahl von Halbleiterfunktionsbereichen zumindest teilweise in lateraler Richtung nebeneinander angeordnet sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Umhüllung einstückig ausgebildet ist und die Mehrzahl von Halbleiterfunktionsbereichen zumindest teilweise umformt.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrzahl von Halbleiterfunktionsbereichen von einer Stabilisationsschicht (4,18) in einer für die Vorrichtung charakteristischen Weise mechanisch stabilisiert werden.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass

die Umhüllung als Stabilisationsschicht (4,17) ausgebildet ist oder Teil der Stabilisationsschicht ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung im Waferverbund realisiert werden kann.

20. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements,

gekennzeichnet durch die Schritte,

a) Bereitstellen eines Waferverbunds, der eine auf einer Trägerschicht (300) angeordnete Halbleiterschichtenfolge (200) mit einer aktiven Zone und einer lateralen Haupterstreckungsrichtung umfasst;

b) Strukturieren der Halbleiterschichtenfolge derart, dass zumindest ein Durchbruch (20,9) durch die aktive Zone entsteht;

c) Anordnen eines Verbindungsleitermaterials im Bereich des Durchbruchs derart, dass die aktive Zone zumindest in Teilbereichen elektrisch vom Verbindungsleitermaterial isoliert ist;

d) Vereinzeln in optoelektronische Bauelemente, deren elektrische Kontaktierung zumindest teilweise über das Verbindungsleitermaterial erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 20,

dadurch gekennzeichnet, dass

die aktive Zone über ein Isolationsmaterial von dem Verbindungsmaterial elektrisch isoliert wird.

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21,

dadurch gekennzeichnet, dass

zumindest eine Vertiefung, die die Halbleiterschichtenfolge in lateraler Richtung aufweist, den Durchbruch zumindest teilweise umfasst oder der Durchbruch zumindest teilweise im Bereich der Vertiefung angeordnet ist.

23. Verfahren nach Anspruch 22,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Wand der Vertiefung zumindest teilweise mit dem  
Isolationsmaterial ausgekleidet ist.

24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
sich die Vertiefung in vertikaler Richtung durch die gesamte  
Halbleiterschichtenfolge zur Trägerschicht erstreckt.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 24,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Vertiefung Teil einer Aussparung der  
Halbleiterschichtenfolge ist.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 25,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Halbleiterschichtenfolge derart strukturiert wird, dass  
eine Mehrzahl von durch Zwischenräume räumlich voneinander  
getrennten Halbleiterfunktionsbereichen entsteht.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 26,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Halbleiterschichtenfolge oder den  
Halbleiterfunktionsbereichen auf der der Trägerschicht  
abgewandten Seite eine Stabilisationsschicht nachgeordnet  
wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Stabilisationsschicht die Halbleiterfunktionsbereiche  
zumindest teilweise umformt.

29. Verfahren nach Anspruch 27 oder 28,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Stabilisationsschicht freitragend ist.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisationsschicht für eine von der aktiven Zone zu erzeugende oder zu empfangende Strahlung durchlässig ist.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisationsschicht zumindest teilweise durch Spincoating vorgesehen wird.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisationsschicht zumindest teilweise durch Aufdampfen vorgesehen wird.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisationsschicht der Halbleiterschichtenfolge oder den Halbleiterfunktionsbereichen über eine haftvermittelnde Schicht (4) nachgeordnet wird.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisationsschicht die Halbleiterschichtenfolge oder die Struktur mit den Halbleiterfunktionsbereichen mechanisch stabilisiert und/oder verbindet.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerschicht zumindest teilweise entfernt wird.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerschicht entsprechend der Anordnung der Halbleiterfunktionsbereiche strukturiert wird, so dass Trägerschichtbereiche entstehen, die zumindest teilweise einen Träger des Halbleiterfunktionsbereichs eines

optoelektronischen Bauelements bilden.

37. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass das optoelektronische Bauelement eine Verkapselung aufweist, die den Halbleiterfunktionsbereich im wesentlichen hermetisch dicht umgibt.

38. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass das optoelektronische Bauelement eine Umhüllung aufweist, die den Halbleiterfunktionsbereich zumindest teilweise umhüllt oder umformt und beim Vereinzeln zumindest teilweise aus der Stabilisationsschicht hervorgeht.

39. Verfahren nach Anspruch 37 oder 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Verkapselung die Umhüllung und zumindest ein weiteres Verkapselungselement (18) umfasst.

40. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren im Waferverbund durchgeführt wird.

## Zusammenfassung

Optoelektronisches Bauelement, Vorrichtung mit einer Mehrzahl optoelektronischer Bauelemente und Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements

Es wird ein optoelektronisches Bauelement (1), umfassend einen Halbleiterfunktionsbereich (2) mit einer aktiven Zone und einer lateralen Haupterstreckungsrichtung angegeben, wobei der Halbleiterfunktionsbereich zumindest einen Durchbruch (9) durch die aktive Zone umfasst, im Bereich des Durchbruchs ein Verbindungsleitermaterial (8) angeordnet ist, das von der aktiven Zone zumindest in einem Teilbereich des Durchbruchs elektrisch isoliert (10) ist. Ferner werden ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen optoelektronischen Bauelements und eine Vorrichtung mit einer Mehrzahl optoelektronischer Bauelemente angegeben. Das Bauelement und die Vorrichtung können komplett im Waferverbund hergestellt werden.

FIG 2





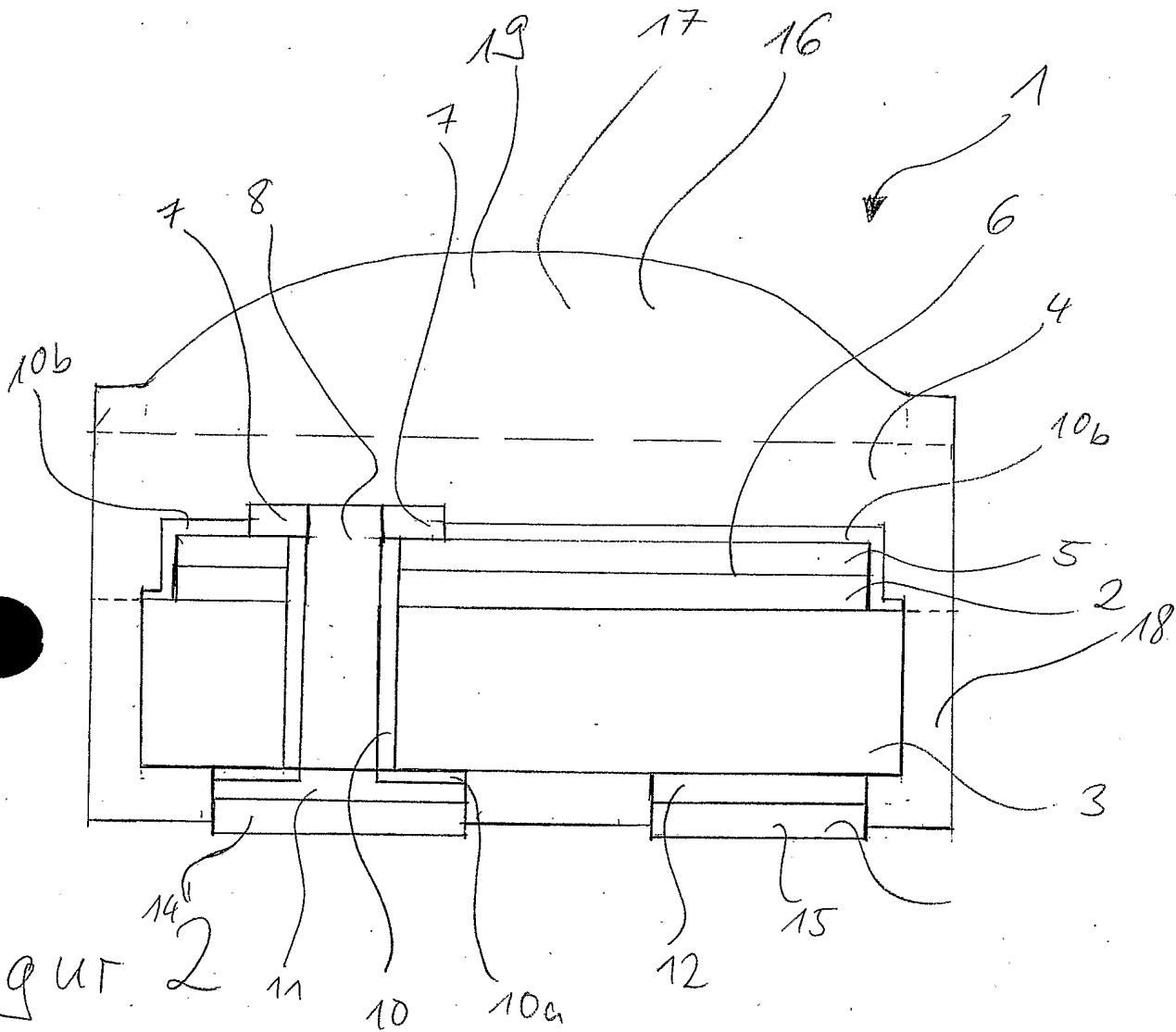


Figure 2

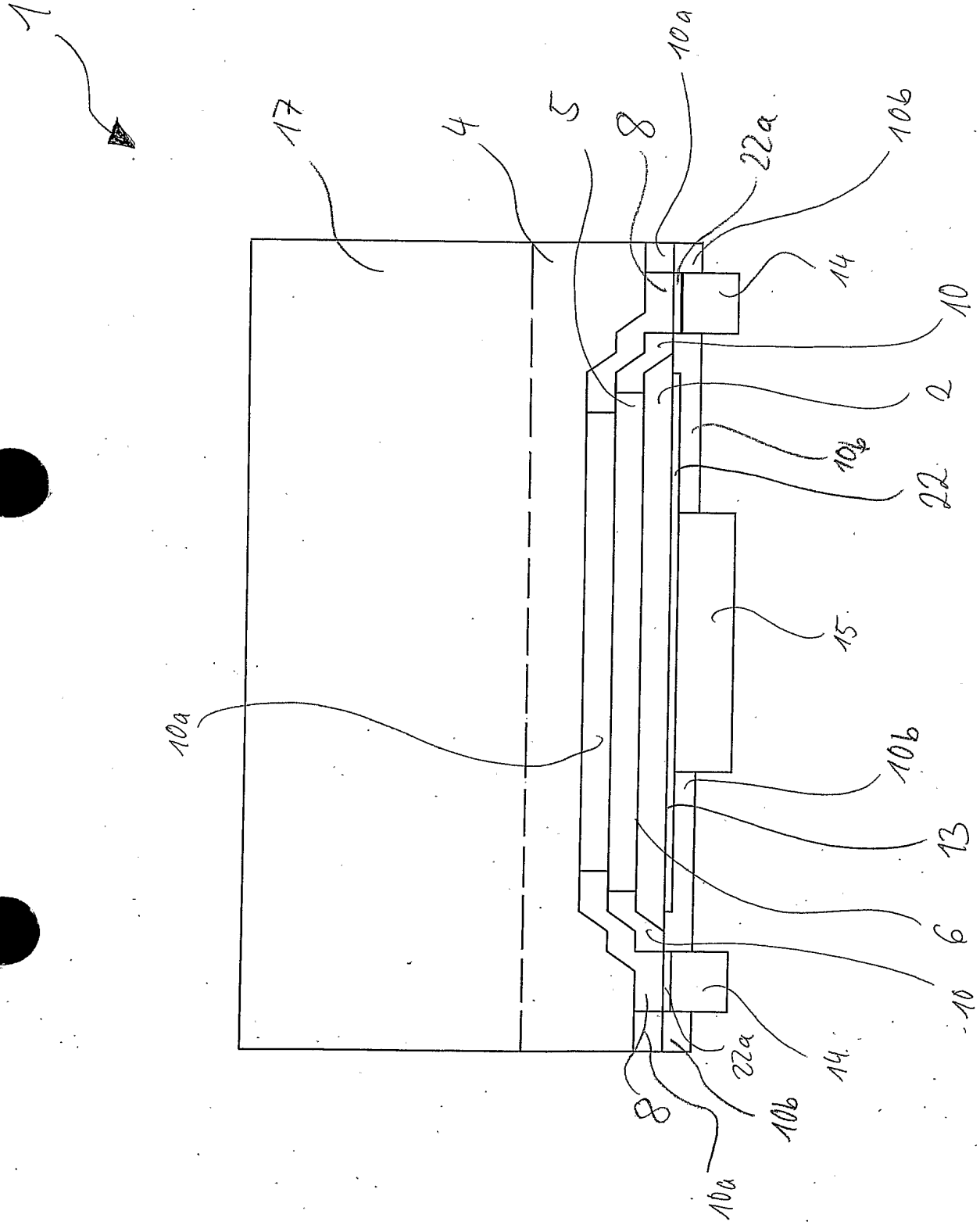


Figure 3

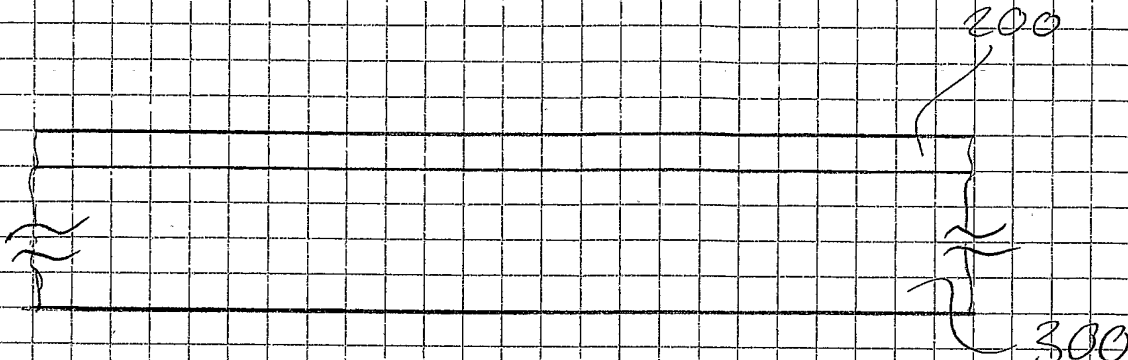


Figure 4A

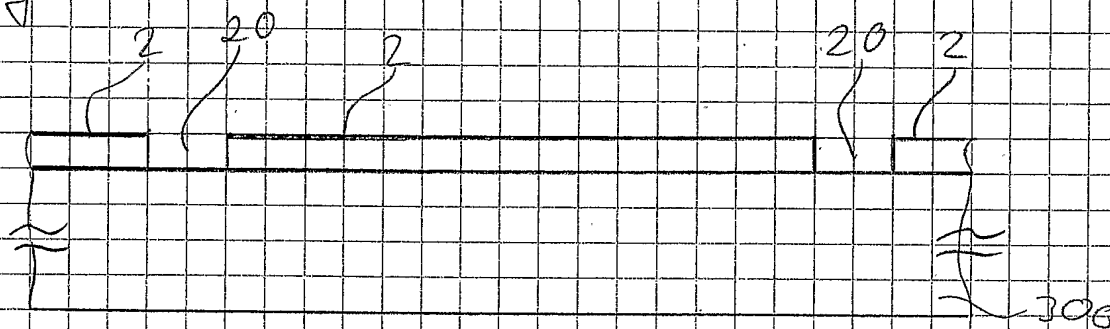


Figure 4B

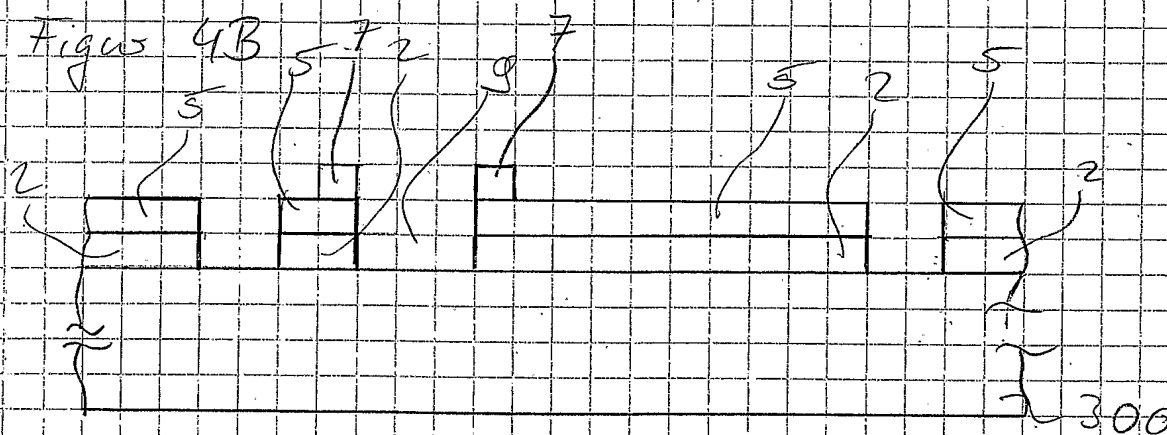


Figure 4C

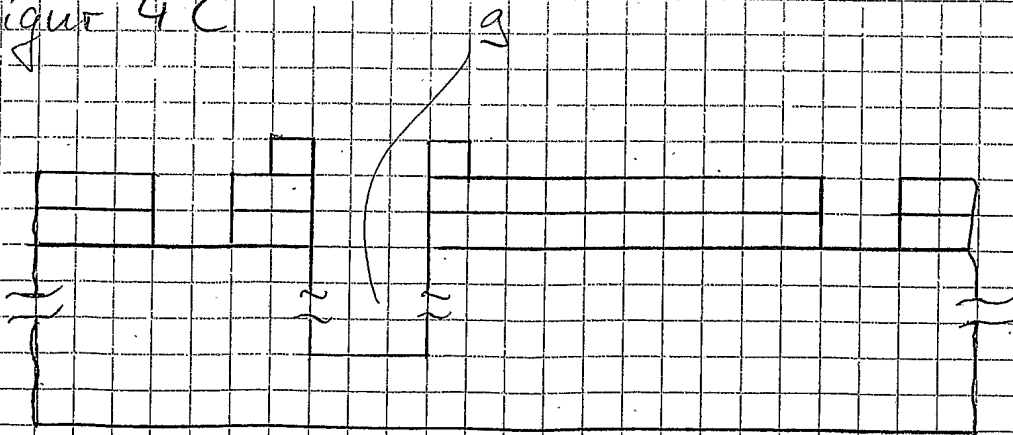
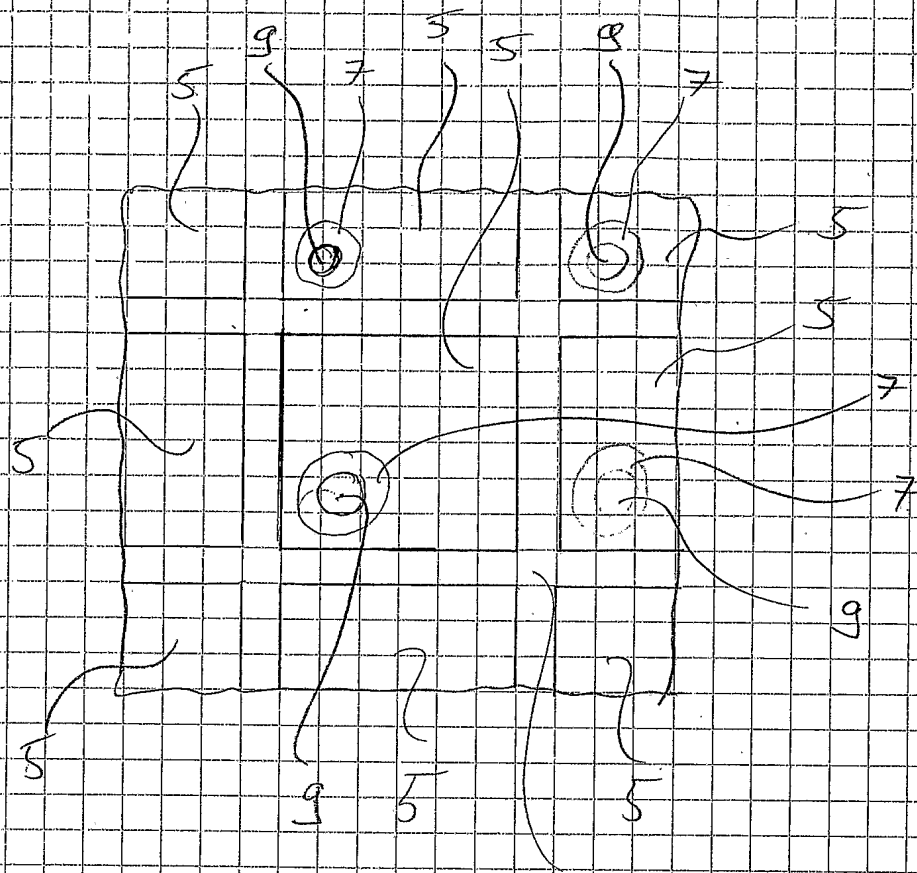


Figure 4D

P2004, 0150

5/9



Fugas 4E

20

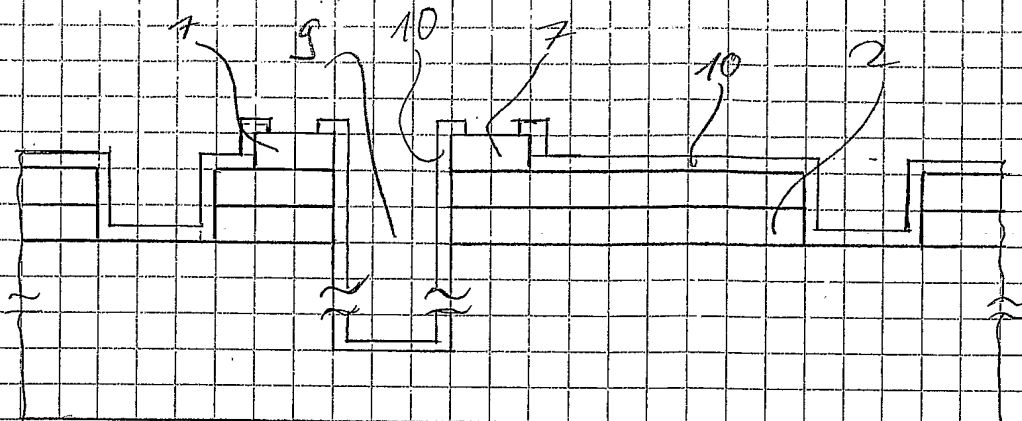


Figure 4 F

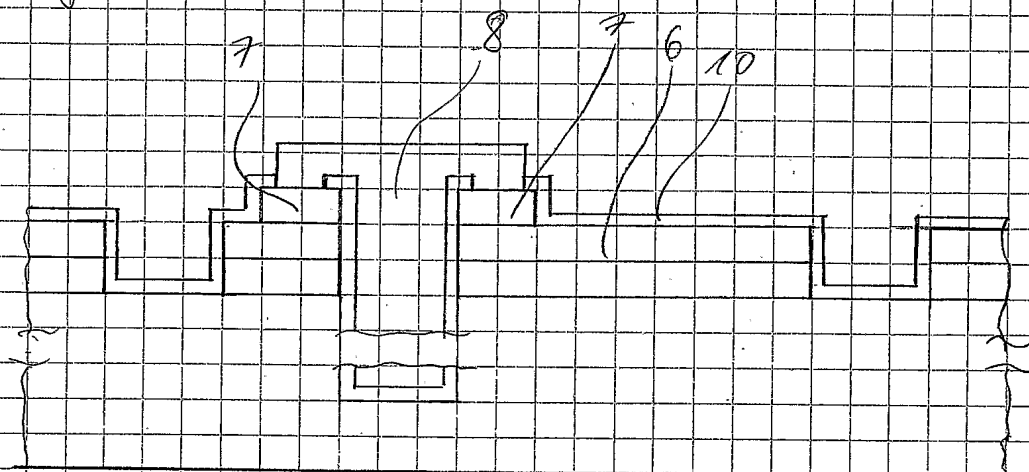
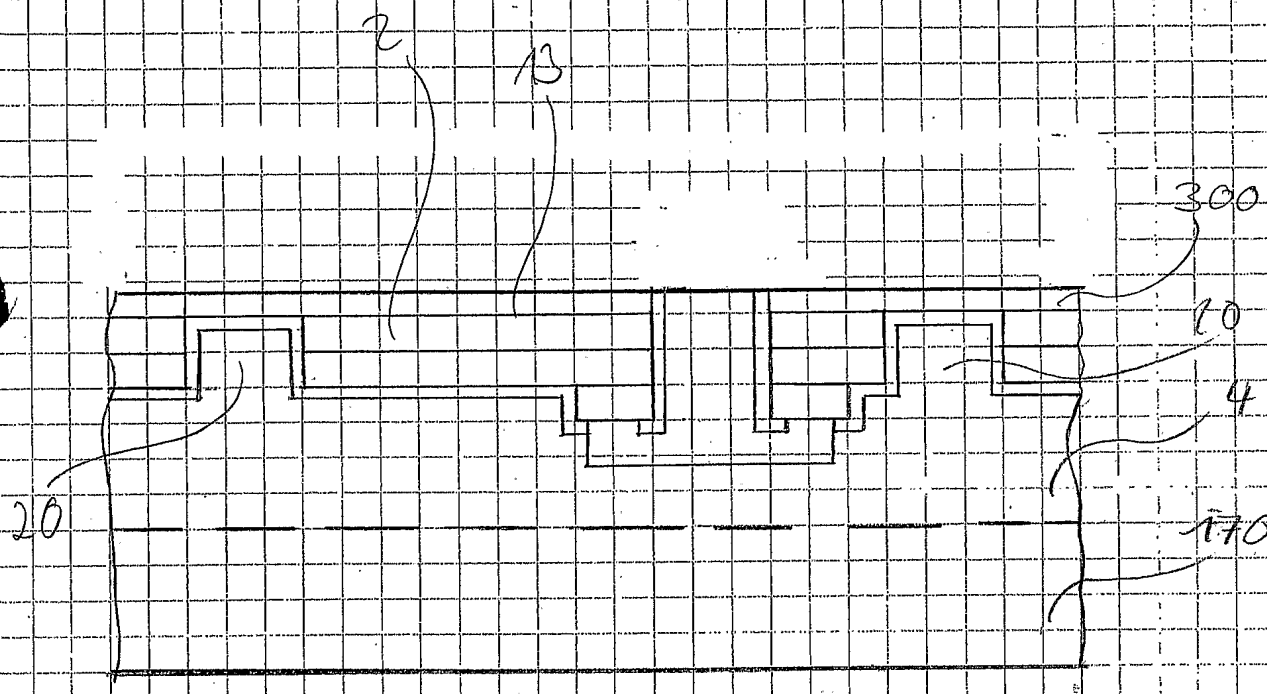
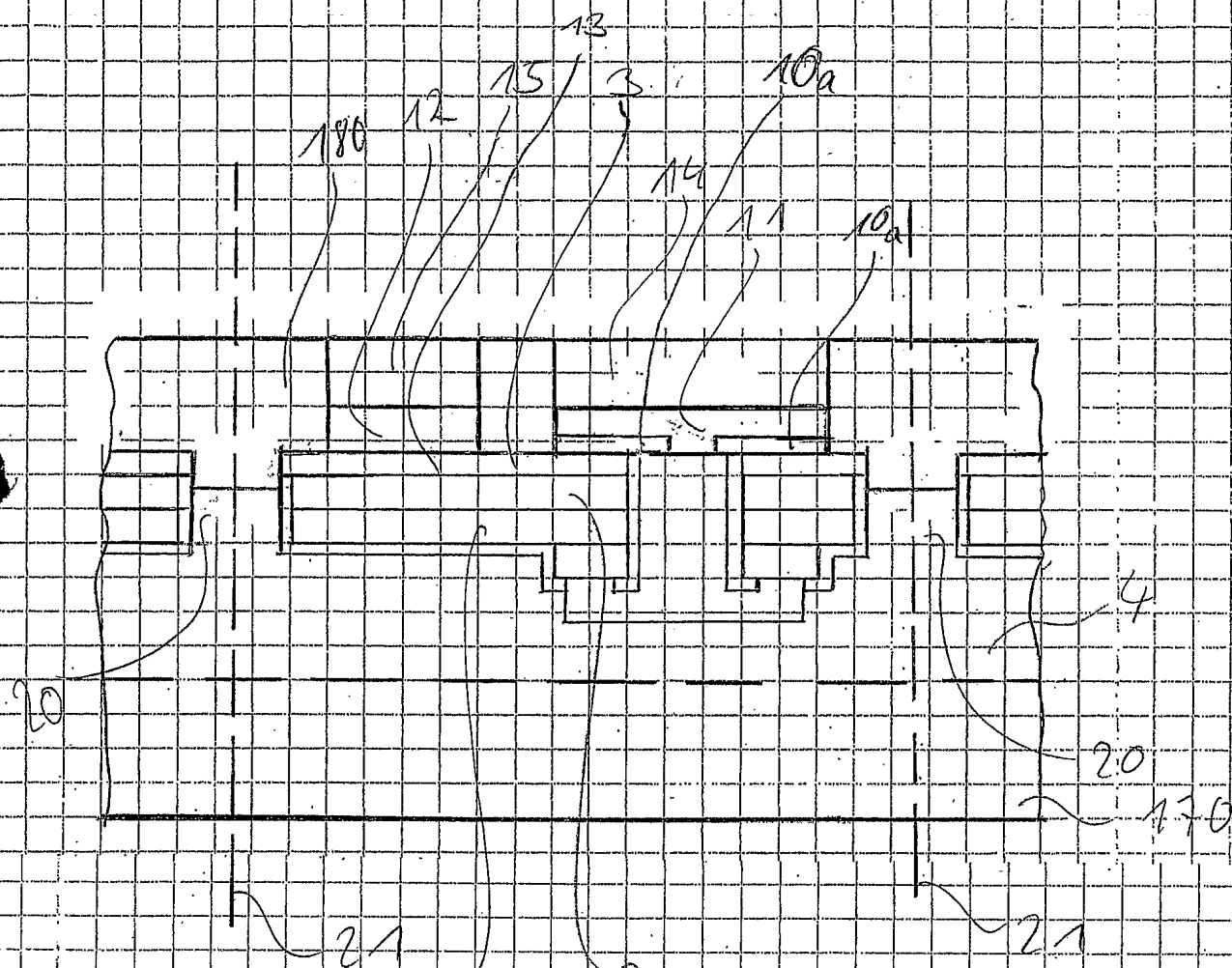


Figure 4 G



Figs 4H



Figw 4 I

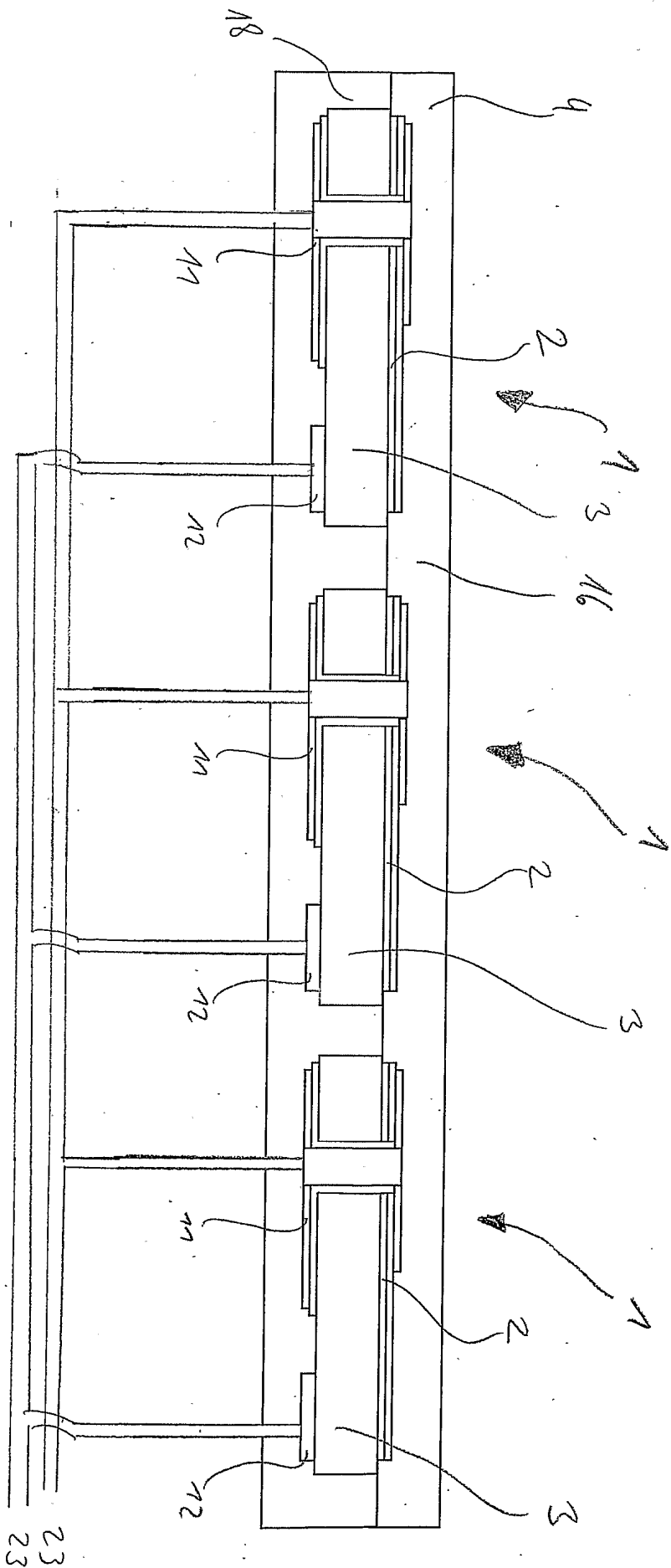


Figure 5